

<b>(51) 国際特許分類7</b> <b>H04N 9/07</b>	<b>A1</b>	<b>(11) 国際公開番号</b> <b>WO00/49812</b>  <b>(43) 国際公開日</b> 2000年8月24日(24.08.00)
<b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP00/00950  <b>(22) 国際出願日</b> 2000年2月18日(18.02.00)  <b>(30) 優先権データ</b> 特願平11/41114 1999年2月19日(19.02.99) JP 特願平11/82228 1999年3月25日(25.03.99) JP 特願平11/151859 1999年5月31日(31.05.99) JP  <b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b> ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP) <b>(72) 発明者 ; および</b> <b>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)</b> 近藤哲二郎(KONDO, Tetsujiro)[JP/JP] 中屋秀雄(NAKAYA, Hideo)[JP/JP] 沢尾貴志(SAWAO, Takashi)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo, (JP) <b>(74) 代理人</b> 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.) 〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル Tokyo, (JP)		<b>(81) 指定国</b> CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  <b>添付公開書類</b> 国際調査報告書
<p><b>(54) Title: IMAGE SIGNAL PROCESSOR, IMAGE SIGNAL PROCESSING METHOD, LEARNING DEVICE, LEARNING METHOD, AND RECORDED MEDIUM</b></p> <p><b>(54) 発明の名称</b> 画像信号処理装置、画像信号処理方法、学習装置、学習方法及び記録媒体</p> <p><b>(57) Abstract</b>          From an image signal generated by a CCD image sensor, a class tap and a prediction tap are extracted by a blocking section (28) of an image signal processor (25). The class tap is outputted to an ADRC processing section (29) and the prediction tap is outputted to an adapting section (31). The ADRC processing section (29) generates feature information by ADRC-processing the received image signal. A class sorting section (30) generates a class code corresponding to the feature information and supplies to the adapting section (31). The adapting section (31) reads the predication coefficient set corresponding to the class code from a coefficient set memory (32), and generates all the R, B, and G chromatic signals for the position of the pixel being a processing object.</p> <div data-bbox="646 1283 1474 1703"> </div> <div data-bbox="862 1734 1235 1976"> <p>25</p> <p>A...IMAGE SIGNAL          21...DEFECT CORRECTING SECTION          22...CLAMPING SECTION          23...WHITE BALANCE SECTION          24...GAMMA CORRECTING SECTION          28...BLOCKING SECTION          29...ADRC-PROCESSING SECTION          31...ADAPTING SECTION          26...CORRECTING SECTION          27...COLOR SPACE CONVERTING SECTION          32...COEFFICIENT MEMORY          30...CLASS SORTING SECTION</p> </div>		

CCDイメージセンサにより得られた画像信号は、画像信号処理部25のブロック化部28により、クラスタップと予測タップが抽出されて、クラスタップはADRC処理部29に、予測タップは適応処理部31に、それぞれ出力される。ADRC処理部29は、入力された画像信号にADRC処理を施すことにより特徴情報を生成する。クラス分類部30は、生成された特徴情報に対応するクラスコードを生成して適応処理部31に供給する。適応処理部31は、そのクラスコードに対応する予測係数セットを係数セットメモリ32から読み出し、予測係数セットと予測タップを用いて、処理対象となっている画素の位置にRGB全ての色信号を生成する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュー・ジーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明細書

画像信号処理装置、画像信号処理方法、学習装置、学習方法及び記録媒体

### 技術分野

本発明は画像信号処理装置、画像信号処理方法、学習装置、学習方法及び記録媒体に関し、特に、1つの固体イメージセンサにより得られる画像に対し、その画像信号の1画素が赤(R : Red)成分、緑(G : Green)成分及び青(B : Blue)成分をもつように、クラス分類適応処理を用いて色成分を補間する画像信号処理装置、画像信号処理方法、学習装置、学習方法及び記録媒体に関する。

### 背景技術

CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサなどの固体イメージセンサを用いた撮像装置には、主に、1つのCCDイメージセンサを用いた単板方式のもの（以後、単板式カメラという）と、3つのCCDイメージセンサを用いた3板方式のもの（以後、3板式カメラという）とがある。

3板式カメラでは、例えばR信号用、G信号用及びB信号用の3

つのCCDイメージセンサを用いて、その3つのCCDイメージセンサにより3原色信号を得る。そして、この3原色信号から生成されるカラー画像信号が記録媒体に記録される。

単板式カメラでは、1画素毎に割り当てられた色フィルタアレイからなる色コーディングフィルタが前面に設置された1つのCCDイメージセンサを用いて、上記色コーディングフィルタにより色コーディングされた色成分の信号を1画素毎に得る。上記色コーディングフィルタを構成する色フィルタアレイとしては、例えば、R (Red) , G (Green) , B (Blue) の原色フィルタアレイや、Y e (Yellow) , C y (Cyanogen) , M g (Magenta) の補色フィルタアレイが用いられている。そして、単板式カメラにおいては、CCDイメージセンサにより1画素毎に1つの色成分の信号を得て、各画素が持っている色成分の信号以外の色信号を線形補間処理により生成して、3板式カメラにより得られる画像に近い画像を得るようにしていた。ビデオカメラなどにおいて、小型化、軽量化を図る場合に、単板式が採用されている。

単板式カメラにおいて、例えば図1Aに示すような色配列の色フィルタアレイにより構成された色コーディングフィルタが設けられたCCDイメージセンサは、R, G, Bの3原色のうちの1つの色のフィルタが配置された各画素から、そのフィルタの色に対応する画像信号のみが出力される。すなわち、Rの色フィルタが配置された画素からは、R成分の画像信号は出力されるが、G成分及びB成分の画像信号は出力されない。同様に、Gの画素からは、G成分の画像信号のみが出力され、R成分及びB成分の画像信号は出力されず、Bの画素からは、B成分の画像信号のみが出力され、R成分及

びG成分の画像信号は出力されない。

ここで、図1Aに示す色フィルタアレイの色配列は、ベイヤー配列と称される。この場合においては、Gの色フィルタが市松状に配され、残った部分にRとBが一行毎に交互に配されている。

しかしながら、後段において各画素の信号を処理する際、各画素毎にR成分、G成分及びB成分の画像信号が必要となる。そこで、従来、 $n \times m$  ( $n$  及び  $m$  は正の整数) 個の画素で構成されるCCDイメージセンサの出力から、図1Bに示すように、 $n \times m$  個のR画素の画像信号、 $n \times m$  個のG画素の画像信号及び  $n \times m$  個のB画素の画像信号、すなわち、3板式カメラのCCD出力相当の画像信号が、それぞれ補間演算により求められ、それらの画像信号が後段に出力される。

そして、さらに、例えば4倍密度の画像信号を生成する場合、図1Cに示すように、 $n \times m$  個のR画素の画像信号から  $2n \times 2m$  個のR画素の画像信号が補間演算により求められ、 $n \times m$  個のG画素の画像信号から  $2n \times 2m$  個のG画素の画像信号が補間演算により求められ、さらに、 $n \times m$  個のB画素の画像信号から、 $2n \times 2m$  個のB画素の画像信号が補間演算により求められる。

しかしながら、上述した単板式カメラでは、線形処理を行うことにより色信号の補間を行っているため、画像の波形が鈍ってしまい、画像全体が不鮮明となってしまうので、輪郭強調処理等の処理を行って、見掛けの解像度を上げる処理が必要であった。また、その撮像出力として得られる画像信号による画像の解像度が、3板式カメラの撮像出力として得られる画像信号による画像と比較して低く、上記線形処理の影響により全体的にぼやけた画像となってしまうと

いった問題点があった。

また、単板式カメラのCCDイメージセンサの出力から、同一解像度の3原色の成分を各画素毎に生成し、その画像信号から、さらにより高密度の画像信号を演算することにより、画素密度を大きくしたとしても、十分な精細度を得ることができないという問題点があった。

さらに、線形補間と異なる処理方法として、単板式カメラのCCD出力から、R、G、Bの3原色の各画像信号毎に独立にクラス分類適応処理を行うことによって3板式カメラのCCD出力に相当する画像信号を生成することが提案されている（特願平8-508623号）。しかしながら、R、G、Bの各色信号毎に独立にクラス分類適応処理を行ったのでは、図1A、図1Bからわかるように、ベイヤー配列の色フィルタアレイが用いられる場合、 $m \times n$ （ $m$ 及び $n$ は正の整数）個の画素のうちR画素とB画素に関しては4画素に1個の割合でしか存在しないにも拘わらずG（4画素に2個の割合で存在する）と同様の処理がなされることになる。このため、R成分の画像信号とB成分の画像信号に関しては精度の良い予測処理を行うことができない。

#### 発明の開示

そこで、本発明の目的は、色信号の予測処理をクラス分類適応処理を用いて行うことにより、単板式カメラにおいて、3板式カメラの撮像出力として得られる画像信号に匹敵する画像信号を得られる

ようにした画像信号処理装置、画像信号処理方法、学習装置、学習方法及び記録媒体を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、確実に高精細度の画像信号を得ることができるようにした画像信号処理装置、画像信号処理方法、学習装置、学習方法及び記録媒体を提供することにある。

さらに、本発明の他の目的は、より高精度に予測処理を行うことができ、解像度の高い画像信号を生成することができるようにした画像信号処理装置、画像信号処理方法、学習装置、学習方法及び記録媒体を提供することにある。

本発明は、画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出手段と、上記抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、上記クラス決定手段で決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップを有すること特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップを有することを特徴とする。

また、本発明に係る学習装置は、画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出手段と、上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出手段と、上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る学習方法は、画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された複数

の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴とする。

また、本発明は、クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴とする。

本発明は、複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される

入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出手段と、上記抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、上記クラス決定手段で決定されたクラスに基づいて、上記入力画像信号の各画素に処理を行うことによって、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を上記複数の色それぞれに関して有する出力画像信号を生成する出力画像生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明は、複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記入力画像信号の各画素に処理を行うことによって、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を上記複数の色それぞれに関して有する出力画像信号を生成する出力画像生成ステップとを有することを特徴とする。

また、本発明は、複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記入力画像信号の各画素に処理を行うことによって、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を上記複数の色それぞれに関して有する出力画像信号を生成する出力画像生成ステップとを有することを特徴とする。

また、本発明に係る学習装置は、複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される生徒画像信号から、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を有する予測画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出手段と、上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、上記予測画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出手段と、上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る学習方法は、複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される生徒画像信号から、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を有する予測画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するク

ラス決定ステップと、上記予測画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明は、クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される生徒画像信号から、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を有する予測画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記予測画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを

表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有し、上記注目画素近傍に位置する複数の画素を抽出する抽出手段と、上記抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有し、上記注目画素近傍に位置する複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、上記入力画像信号の注目画素毎に、上記複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有し、上記注目画素近傍に位置する複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、

少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップとを有することを特徴とする。

また、本発明に係る学習装置は、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ生徒画像信号の注目画素近傍に位置し、複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有する複数の画素を抽出する第1の画素抽出手段と、上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出手段と、上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る学習方法は、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ生徒画像信号の注目画素近傍に位置し、複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有する複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記

生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明は、クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ生徒画像信号の注目画素近傍に位置し、複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有する複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、上記入力画像信号の注目画素毎に対して、上記注目画素近傍の画素から、各色成分毎に複数の画素を抽出する抽出手段と、上記抽出手段で抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成する特徴情報生成部と、上記各色成分毎の特徴情報に基づいて1つのクラスを決定するクラス決定部とを含むクラス

決定手段と、上記クラス決定手段で決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、上記入力画像信号の注目画素毎に対して、上記注目画素近傍の画素から、各色成分毎に複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて、各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の特徴情報に基づいて、1つのクラスを決定するクラス決定ステップと、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明は、画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、上記入力画像信号の注目画素毎に対して、上記注目画素近傍の画素から、各色成分毎に複数の画素を抽出する抽出ステップと、上記抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて、各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の特徴情報に基づいて、1つのクラスを決定するクラス決定ステップと、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップとを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る学習装置は、画素位置毎に一つの色成分を持

つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出手段と、上記第1の画素抽出手段で抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の画素の特徴情報に基づいて1つのクラスを決定するクラス決定手段と、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出手段と、上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする。

また、本発明に係る学習方法は、画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の画素の特徴情報に基づいて1つのクラスを決定するクラス決定ステップと、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴と

する。

さらに、本発明は、クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、上記プログラムは、画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、上記第1の画素抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の画素の特徴情報に基づいて1つのクラスを決定するクラス決定ステップと、上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

図1A、図1B及び図1Cは、従来の線形補間による画像信号処理を模式的に示す図である。

図2は、本発明を適用したデジタルスチルカメラの構成を示すブロック図である。

図 3 は、上記デジタルスチルカメラの動作を説明するためのフローチャートである。

図 4 は、上記デジタルスチルカメラにおける画像信号処理部の構成を示すブロック図である。

図 5 は、上記画像信号処理部により行われる画像信号処理を説明するためのフローチャートである。

図 6 は、クラス分類適応処理を用いた予測演算を行うための構成例を示す示すブロック図である。

図 7 は、予測係数セットを決定するための構成例を示すブロック図である。

図 8 は、予測タップの構造例を模式的に示す図である。

図 9 A、図 9 B、図 9 C 及び図 9 D は、上記画像信号処理部におけるクラス適応処理による画像信号処理の一例を模式的に示す図である。

図 10 A 及び図 10 B は、予測係数セットの一例を示す図である。

図 11 A 及び図 11 B は、予測係数セットの一例を示す図である。

図 12 A 及び図 12 B は、予測係数セットの一例を示す図である。

図 13 は、予測係数セットを学習により得る学習装置の構成例を示すブロック図である。

図 14 は、上記学習装置の動作を説明するためのフローチャートである。

図 15 A、図 15 B 及び図 15 C は、上記学習装置による学習処理の一例を模式的に示す図である。

図 16 A、図 16 B 及び図 16 C は、クラスタップを模式的に示す図である。

図 1 7 A、図 1 7 B 及び図 1 7 C は、クラスタップを模式的に示す図である。

図 1 8 A、図 1 8 B 及び図 1 8 C は、クラスタップを模式的に示す図である。

図 1 9 A、図 1 9 B 及び図 1 9 C は、クラスタップを模式的に示す図である。

図 2 0 A 乃至図 2 0 N は、上記デジタルスチルカメラの CCD イメージセンサに用いることのできる色コーディングフィルタの色フィルタアレイの構成例を模式的に示す図である。

図 2 1 A、図 2 1 B 及び図 2 1 C は、上記画像信号処理部による画像信号処理の他の例を模式的に示す図である。

図 2 2 A 及び図 2 2 B は、上記画像信号処理部におけるクラス適応処理による画像信号処理の他の例を模式的に示す図である。

図 2 3 は、クラスタップの例を模式的に示す図である。

図 2 4 は、クラスタップの例を模式的に示す図である。

図 2 5 は、クラスタップの例を模式的に示す図である。

図 2 6 は、クラスタップの例を模式的に示す図である。

図 2 7 は、予測タップの例を模式的に示す図である。

図 2 8 は、予測タップの例を模式的に示す図である。

図 2 9 は、予測タップの例を模式的に示す図である。

図 3 0 は、予測タップの例を模式的に示す図である。

図 3 1 は、予測画素の例を模式的に示す図である。

図 3 2 は、図 3 1 に示した予測画素に対応するクラスタップを模式的に示す図である。

図 3 3 は、図 3 1 に示した予測画素に対応する予測タップを模式

的に示す図である。

図 3 4 は、予測画素の例を模式的に示す図である。

図 3 5 は、図 3 4 に示した予測画素に対応するクラスタップを模式的に示す図である。

図 3 6 は、図 3 4 に示した予測画素に対応する予測タップを模式的に示す図である。

図 3 7 は、予測画素の例を模式的に示す図である。

図 3 8 A 及び図 3 8 B は、図 3 7 に示した予測画素に対応するクラスタップを模式的に示す図である。

図 3 9 A 及び図 3 9 B は、図 3 7 に示した予測画素に対応する予測タップを模式的に示す図である。

図 4 0 A、図 4 0 B 及び図 4 0 C は、タップ構造の一例を模式的に示す図である。

図 4 1 A、図 4 1 B 及び図 4 1 C は、タップ構造の他の例を模式的に示す図である。

図 4 2 は、コンピュータシステムの構成を示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

本発明は、例えば図 2 に示すような構成のデジタルスチルカメラ 1 に適用される。このデジタルスチルカメラ 1 は、1 画素毎に割り当てられた色フィルタからなる色コーディングフィルタ 4 が前面に

設置された1つのCCDイメージセンサ5を用いてカラー撮像を行う単板式カメラであって、被写体からの入射光が、レンズ2により集光され、アイリス3及び色コーディングフィルタ4を介してCCDイメージセンサ5に入射されるようになっている。上記CCDイメージセンサ5の撮像面上には、上記アイリス3により所定レベルの光量とされた入射光により被写体像が結像される。なお、このデジタルスチルカメラ1においては、色コーディングフィルタ4とCCDイメージセンサ5は別体としたが、一体化した構造とすることができる。

上記CCDイメージセンサ5は、タイミングジェネレータ9からのタイミング信号により制御される電子シャッタに応じて所定時間にわたって露光を行い、色コーディングフィルタ4を透過した入射光の光量に応じた信号電荷（アナログ量）を画素毎に発生することにより、上記入射光により結像された被写体像を撮像して、その撮像出力として得られる画像信号を信号調整部6に供給する。

信号調整部6は、画像信号の信号レベルが一定となるようにゲインを調整するAGC (Automatic Gain Control) 回路と、CCDイメージセンサ5が発生する $1/f$ のノイズを除去するCDS (Correlated Double Sampling) 回路からなる。

上記信号調整部6から出力される画像信号は、A/D変換部7によりアナログ信号からデジタル信号に変換されて、画像信号処理部8に供給される。上記A/D変換部7では、タイミングジェネレータ9からのタイミング信号に応じて、例えば1サンプル10ビットのデジタル撮像信号を生成する。

このデジタルスチルカメラ1において、タイミングジェネレータ

9は、CCDイメージセンサ5、信号調整部6、A/D変換部7及びCPU(Central Processing Unit) 10に各種タイミング信号を供給する。CPU 10は、モータ11を駆動することにより、アイリス3を制御する。また、CPU 10は、モータ12を駆動することにより、レンズ2などを移動させ、ズームやオートフォーカスなどの制御をする。さらに、CPU 10は、必要に応じ、フラッシュ13により閃光を発する制御を行うようにされている。

画像信号処理部8は、A/D変換部7から供給された画像信号に対し、欠陥補正処理、ディジタルクランプ処理、ホワイトバランス調整処理、ガンマ補正処理、クラス分類適応処理を用いた予測処理等の処理を行う。

この画像信号処理部8に接続されたメモリ15は、例えば、RAM(Random Access Memory)で構成され、画像信号処理部8が画像処理を行う際に必要な信号を記憶する。画像信号処理部8により処理された画像信号は、インタフェース14を介してメモリ16に記憶される。このメモリ16に記憶された画像信号は、インタフェース14を介してデジタルスチルカメラ1に対して着脱可能な記録媒体17に記録される。

なお、モータ11は、CPU 10からの制御情報に基づいてアイリス3を駆動し、レンズ2を介して入射される光の量を制御する。また、モータ12は、CPU 10からの制御情報に基づいてレンズ2のCCDイメージセンサ2に対するフォーカス状態を制御する。これにより、自動絞り制御動作や自動焦点制御動作が実現される。また、フラッシュ13は、CPU 10による制御の下で、被写体に対して所定の閃光を照射する。

また、インターフェース 14 は、画像信号処理部 8 からの画像信号を必要に応じてメモリ 16 に記憶し、所定のインターフェース処理を実行した後、記録媒体 17 に供給し、記憶させる。記録媒体 17 としては、デジタルスチルカメラ 1 の本体に対して着脱可能な記録媒体、例えばフロッピーディスク、ハードディスク等のディスク記録媒体、メモ리카ード等のフラッシュメモリ等を用いることができる。

コントローラ 18 は、CPU 10 の制御の下で、画像信号処理部 8 及びインターフェース 14 に制御情報を供給してそれぞれを制御する。CPU 10 には、シャッターボタンやズームボタンなどの操作ボタンから構成される操作部 20 からユーザによる操作情報が入力される。CPU 10 は、入力された操作情報を基に、上述した各部を制御する。電源部 19 は、バッテリー 19A と DC/DC コンバータ 19B などを持つ。DC/DC コンバータ 19B は、バッテリー 19A からの電力を所定の値の直流電圧に変換し、装置内の各構成要素に供給する。充電可能なバッテリー 19A は、デジタルスチルカメラ 1 の本体に着脱可能とされている。

次に、図 3 のフローチャートを参照し、図 2 に示したデジタルスチルカメラ 1 の動作について説明する。このデジタルスチルカメラ 1 は、ステップ S1 において、電源がオンされることにより、被写体の撮像を開始する。すなわち、CPU 10 は、モータ 11 及びモータ 12 を駆動し、焦点を合わせたりアイリス 3 を調整することにより、レンズ 2 を介して CCD イメージセンサ 5 上に被写体像を結像させる。

ステップ S2 では、結像された像を CCD イメージセンサ 5 によ

り撮像した画像信号が、信号調整部 6 において、信号レベルが一定となるようにゲイン調整され、さらにノイズが除去され、さらに、A/D 変換部 7 によりデジタル化される。

また、ステップ S 3 では、上記 A/D 変換部 7 によりデジタル化された画像信号に対して、画像信号処理部 8 によりクラス分類適応処理を含む画像信号処理を行う。

ここで、被写体像は、CCD イメージセンサ 5 の撮像出力として得られる画像信号を電子ビューファインダに表示するよりユーザが確認できるようになっている。なお、被写体像は、光学的ビューファインダによりユーザが確認できるようにすることもできる。

そして、ユーザは、ビューファインダにより確認した被写体像の画像を記録媒体 17 に記録したい場合、操作部 20 のシャッターボタンを操作する。デジタルスチルカメラ 1 の CPU 10 は、ステップ S 4 において、シャッターボタンが操作されたか否かを判断する。デジタルスチルカメラ 1 は、シャッターボタンが操作されたと判断するまで、ステップ S 2 ~ S 3 の処理を繰り返し、シャッターボタンが操作されたと判断すると、ステップ S 5 に進む。

そして、ステップ S 5 では、画像信号処理部 8 による画像信号処理が施された画像信号をインターフェース 14 を介して記録媒体 17 に記録する。

次に、図 4 を参照して画像信号処理部 8 について説明する。

この画像信号処理部 8 は、上記 A/D 変換部 7 によりデジタル化された画像信号が供給される欠陥補正部 21 を備える。CCD イメージセンサ 5 の画素の中で、何らかの原因により入射光に反応しない画素や、入射光に依存せず、電荷が常に蓄えられている画素、換

言すれば、欠陥がある画素を検出し、その検出結果に従って、それらの欠陥画素の影響が露呈しないように、画像信号を補正する処理を行う。

A/D変換部7では、負の値がカットされるのを防ぐため、一般に信号値を若干正の方向へシフトさせた状態でA/D変換が行われている。クランプ部22は、欠陥補正部21により欠陥補正された画像信号に対し、上述したシフト量がなくなるようにクランプする。

クランプ部22によりクランプされた画像信号は、ホワイトバランス調整部23に供給される。ホワイトバランス調整部23は、クランプ部22から供給された画像信号のゲインを補正することにより、ホワイトバランスを調整する。このホワイトバランス調整部23によりホワイトバランスが調整された画像信号は、ガンマ補正部24に供給される。ガンマ補正部24は、ホワイトバランス調整部23によりホワイトバランスが調整された画像信号の信号レベルをガンマ曲線に従って補正する。このガンマ補正部24によりガンマ補正された画像信号は、予測処理部25に供給される。

予測処理部25は、クラス分類適応処理を行うことによってガンマ補正部24の出力を例えば3板式カメラのCCD出力相当の画像信号に変換して、補正部26に供給する。上記予測処理部25は、ブロック化部28、ADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)処理部29、クラス分類部30、適応処理部31、係数メモリ32等からなる。

ブロック化部28は、後述するクラスタップの画像信号をADRC処理部29に供給するとともに、予測タップの画像信号を適応処理部31に供給する。ADRC処理部29は、入力されたクラスタ

ップの画像信号に対してA D R C処理を行って再量子化コードを生成し、この再量子化コードを特徴情報としてクラス分類部30に供給する。クラス分類部30は、A D R C処理部29から供給される特徴情報に基づいて、画像信号パターンの分類を行い、分類結果を示すクラス番号（クラスコード）を生成する。係数メモリ32は、クラス分類部30により分類されたクラス番号に対応する係数セットを適応処理部31に供給する。適応処理部31は、係数セットメモリ32から供給された係数セットを用いて、ブロック化部28から供給された予測タップの画像信号から予測画素値を求める処理を行う。

補正部26は、上記予測処理部25により処理された画像信号に対してエッジ強調等の画像を視覚的に良く見せるために必要ないわゆる画作りのための処理を行う。

そして、色空間変換部27は、補正部26によりエッジ強調などの処理が施された画像信号（R G B信号）をマトリクス変換してY U V（輝度Yと色差U，Vとでなる信号）などの所定の信号フォーマットの画像信号に変換する。ただし、マトリクス変換処理を行わず、色空間変換部27からR G B信号をそのまま出力させても良い。この発明の一実施形態では、例えばユーザの操作によつて、Y U V信号、R G B信号の何れを出力するかを切り換えることが可能とされている。色空間変換部27により変換された画像信号は、上述のインタフェース14に供給される。

ここで、上記図3に示したフローチャートのステップS3において、画像信号処理部8により行われる画像信号処理について、図5のフローチャートを参照して説明する。

すなわち、画像信号処理部 8 では、A/D 変換部 7 によりデジタル化された画像信号に対する画像信号処理を開始すると、先ず、ステップ S 1 1 において、CCD イメージセンサ 5 の欠陥の影響が出ないように、欠陥補正部 2 1 により画像信号の欠陥補正を行う。そして、次のステップ S 1 2 では、欠陥補正部 2 1 により欠陥補正された画像信号に対して、正の方向にシフトされていた量をもとに戻すクランプ処理をクランプ部 2 2 により行う。

次のステップ S 1 3 では、クランプ部 2 2 によりクランプされた画像信号に対して、ホワイトバランス調整部 2 3 によりホワイトバランスの調整を行い各色信号間のゲインを調整する。さらに、ステップ S 1 4 では、ホワイトバランスが調整された画像信号に対して、ガンマ補正部 2 4 によりガンマ曲線に従った補正を施す。

ステップ S 1 5 では、クラス分類適応処理を用いた予測処理を行う。かかる処理は、ステップ S 1 5 1 〜 ステップ S 1 5 5 までのステップからなる。ステップ S 1 5 1 では、ガンマ補正部 2 4 によりガンマ補正された画像信号に対してブロック化部 2 8 によりブロック化、すなわち、クラスタップ及び予測タップの切り出しを行う。ここで、クラスタップは、複数種類の色信号に対応する画素を含む。

ステップ S 1 5 2 では、ADRC 処理部 2 9 により ADRC 処理を行う。

ステップ S 1 5 3 では、クラス分類部 3 0 において ADRC 処理の結果に基づいてクラスを分類するクラス分類処理を行う。そして、分類されたクラスに対応するクラス番号を適応処理部 3 1 に与える。

ステップ S 1 5 4 において、適応処理部 3 1 は、クラス分類部 3 0 より与えられたクラス番号に対応する予測係数セットを係数メモ

リ 3 2 から読み出し、その予測係数セットを対応する予測タップの画像信号に乗算し、それらの総和をとることで、予測画素値を演算する。

ステップ S 1 5 5 では、すべての領域に対して処理が行われたか否かを判定する。すべての領域に対して処理が行われたと判定される場合にはステップ S 1 6 に移行し、それ以外の場合にはステップ S 1 5 1 に移行し、次の領域に対する処理を行う。

ステップ S 1 6 では、ステップ S 1 5 によつて得られた 3 板式カメラの C C D 出力相当の画像に対して、視覚的に良く見せるための補正処理（いわゆる画作り）を行う。ステップ S 1 7 では、ステップ S 1 6 によつて得られた画像に例えば R G B 信号を Y U V 信号に変換するなどの色空間の変換処理を施す。これにより、例えば記録信号として好適な信号フォーマットを有する出力画像が生成される。

ここで、クラス分類適応処理について説明する。クラス分類適応処理を用いた予測演算を行うための一般的な構成例を図 6 に示す。入力画像信号が領域切り出し部 1 0 1、1 0 2 に供給される。領域切り出し部 1 0 1 は、入力画像信号から所定の画像領域（クラスタップと称される）を抽出し、クラスタップの信号を A D R C 処理部 1 0 3 に供給する。A D R C 処理部 1 0 3 は、供給される信号に A D R C 処理を施すことにより、再量子化コードを生成する。

なお、再量子化コードを生成する方法として、A D R C を用いたが、例えば、D C T (Discrete Cosine Transform)、V Q (ベクトル量子化)、D P C M (Differential Pulse Code Modulation)、B T C (Block Truncation Coding)、非線形量子化などを用いても良い。

A D R C は、本来、V T R (Video Tape Recorder) 用の高能率符号化のために開発された適応的再量子化法であるが、信号レベルの局所的なパターンを短い語調で効率的に表現できるという特徴を有する。このため、クラス分類のコードを発生するための、画像信号の時空間内でのパターンすなわち空間アクティビティの検出に使用することができる。A D R C 処理部 1 0 3 では、以下の式 (1) により、クラスタップとして切り出される領域内の最大値 M A X と最小値 M I N との間を指定されたビット数で均等に分割して再量子化する。

$$D R = M A X - M I N + 1$$

$$Q = [ (L - M I N + 0.5) \times 2^n / D R ] \quad (1)$$

ここで、D R は領域内のダイナミックレンジである。また、n はビット割当て数であり、例えば n = 2 とすることができる。また、L は領域内画素の信号レベルであり、Q が再量子化コードである。ただし、大かっこ ( [ . . . ] ) は小数点以下を切り捨てる処理を意味する。

これにより、1 画素当たり例えば 8 ビットからなるクラスタップの画像信号が例えば 2 ビットの再量子化コード値に変換される。このようにして生成される再量子化コード値により、クラスタップの信号におけるレベル分布のパターンがより少ない情報量によつて表現される。例えば 7 画素からなるクラスタップ構造を用いる場合、上述したような処理により、各画素に対応する 7 個の再量子化コード q 1 ~ q 7 が生成される。クラスコード class は、次の式 (2) のようなものである。

$$\text{class} = \sum_{i=1}^n q_i (2^p)^i \quad (2)$$

ここで、 $n$ はクラスタップとして切り出される画素の数である。  
また、 $p$ の値としては、例えば $p=2$ とすることができる。

クラスコードclass は、時空間内での画像信号のレベル分布のパターンすなわち空間アクティビティを特徴情報として分類してなるクラスを表現している。クラスコードclass は、予測係数メモリ104に供給される。予測係数メモリ104は、後述するようにして予め決定されたクラス毎の予測係数セットを記憶しており、供給される再量子化コードによって表現されるクラスの予測係数セットを出力する。一方、領域切り出し部102は、入力画像から所定の画像領域（予測タップと称される）を抽出し、予測タップの画像信号を予測演算部105に供給する。予測演算部105は、領域切り出し部102の出力と、予測係数メモリ104から供給される予測係数セットとに基づいて以下の式（3）のような演算を行うことにより、出力画像信号 $y$ を生成する。

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (3)$$

ここで、 $x_1, \dots, x_n$ が各予測タップの画素値であり、 $w_1, \dots, w_n$ が各予測係数である。

また、予測係数セットを決定するための処理について図7を参照して説明する。出力画像信号と同一の画像信号形式を有するHD (High Definition) 画像信号がHD-SD変換部201と画素抽出部208に供給される。HD-SD変換部201は、間引き処理等を行うことにより、HD画像信号を入力画像信号と同等の解像度（画素数）の画像信号（以下、SD (Standard Definition) 画像信号と

いう)に変換する。このSD画像信号が領域切り出し部202、203に供給される。領域切り出し部202は、上記領域切り出し部101と同様に、SD画像信号からクラスタップを切り出し、クラスタップの画像信号をADRC処理部204に供給する。

ADRC処理部204は、図6中のADRC処理部103と同様なADRC処理を行い、供給される信号に基づく再量子化コードを生成する。再量子化コードは、クラスコード生成部205に供給される。クラスコード生成部205は、供給される再量子化コードに対応するクラスを示すクラスコードを生成し、クラスコードを正規方程式加算部206に供給する。一方、領域切り出し部203は、図6中の領域切り出し部102と同様に、供給されるSD画像信号から予測タップを切り出し、切り出した予測タップの画像信号を正規方程式加算部206に供給する。

正規方程式加算部206は、領域切り出し部203から供給される画像信号と画素抽出部208から供給される画像信号について、クラスコード生成部205から供給されるクラスコード毎に加算し、加算した各クラス毎の信号を予測係数決定部207に供給する。予測係数決定部207は、供給される各クラス毎の信号に基づいて各クラス毎に予測係数セットを決定する。

さらに、予測係数セットを決定するための演算について説明する。予測係数 $w_i$ は、図7に示したような構成に対し、HD画像信号として複数種類の画像信号を供給することにより、次のよう演算される。これらの画像信号の種類数を $m$ と表記する場合、式(3)から、以下の式(4)が設定される。

$$y_k = w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn} \quad (4)$$

$$(k = 1, 2, \dots, m)$$

$m > n$  の場合には、 $w_1, \dots, w_n$  は一意に決まらないので、誤差ベクトル  $e$  の要素  $e_k$  を以下の式 (5) で定義して、式 (6) によつて定義される誤差ベクトル  $e$  の 2 乗を最小とするように予測係数セットを定めるようにする。すなわち、いわゆる最小 2 乗法によつて予測係数セットを一意に定める。

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (k = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

$$e^2 = \sum_{k=1}^m e_k^2 \quad (6)$$

式 (6) の  $e^2$  を最小とする予測係数セットを求めるための実際的な計算方法としては、 $e^2$  を予測係数  $w_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) で偏微分し (式 (7))、 $i$  の各値について偏微分値が 0 となるように各予測係数  $w_i$  を決定すればよい。

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=1}^m 2 \left( \frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=1}^m 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (7)$$

式 (7) から各予測係数  $w_i$  を決定する具体的な手順について説明する。式 (8)、(9) のように  $X_{ij}$ 、 $Y_i$  を定義すると、式 (7) は、式 (10) の行列式の形に書くことができる。

$$X_{ij} = \sum_{p=1}^m x_{pi} \cdot x_{pj} \quad (8)$$

$$\bar{Y}_i = \sum_{k=0}^n y_{ki} \cdot y_k \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad (10)$$

式(10)が一般に正規方程式と呼ばれるものである。正規方程式加算部205は、供給される信号に基づいて式(8)、(9)に示すような演算を行うことにより、 $X_{ij}$ 、 $Y_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )をそれぞれ計算する。予測係数決定部207は、掃き出し法等の一般的な行列解法に従って正規方程式(10)を解くことにより、予測係数 $w_i$  ( $i=1, 2, \dots$ )を算出する。

ここでは、注目画素の特徴情報に対応した予測係数セットと予測タップを用いて、上述の式(3)における線形1次結合モデルの演算を行うことにより、適応処理を行う。なお、適応処理に用いる注目画素の特徴情報に対応した予測係数セットは、学習により得るが、クラス対応の画素値を用いたり、非線形モデルの演算により適応処理を行うこともできる。

上述したようなクラス分類適応処理により、入力画像信号から、例えばノイズが除去された画像信号、走査線構造が変換されてなる画像信号等を出力画像信号として生成する種々の画像信号変換処理が実現される。

このデジタルスチルカメラ1では、例えば、単板式カメラのCCDイメージセンサによって生成される画素位置毎に複数のうちの何

れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号から、入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出し、抽出された複数の画素に基づいてクラスを決定し、決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成するクラス分類適応処理を上記予測処理部 25で行うことによって、3板式カメラのCCD出力相当の画像信号を得ることができる。

ここで、図8に予測タップの構造の一例を示す。予測タップは、注目画素（処理対象となる画素）を中心とし、隣接する $3 \times 3$ 個の9画素から構成されている。ブロック化部28は、注目画素毎に予測タップを抽出することにより、予測タップに対応する注目画素を中心とする9画素からなるブロックを複数個生成する。この注目画素は、1フレームを構成するすべての画素が対象となる。

適応処理部31により行われる適応処理により、注目画素の画素信号がR信号である場合、そのR信号の画素の位置に、R信号、G信号及びB信号が生成される。同様に、注目画素の画素信号がG信号又はB信号の場合も、R信号、G信号及びB信号が、それぞれ生成される。すなわち、1フレーム分の画素信号の内、図9Aに示すように $8 \times 6$ 画素から構成される部分と考えた場合、この $8 \times 6$ 画素すべてを順次、注目画素として適応処理することにより、図9B、図9C及び図9Dに示すように、R信号のみから構成される $8 \times 6$ 画素、G信号のみから構成される $8 \times 6$ 画素及びB信号のみから構成される $8 \times 6$ 画素が、それぞれ得られる。換言すれば、3板カメラのCCD出力相当の画像信号が得られる。

このように、本発明を適用したデジタルスチルカメラ1において

は、クラス分類適応処理を用いて、3板式カメラのCCD出力相当の各色信号R、G、Bを得ることにより、エッジ部分や細部の鮮鋭度が増し、S/N比の評価値も向上する。

この場合、例えば図10Aに示すような $3 \times 3$ 画素 ( $G_{11}$ ,  $B_{12}$ ,  $\dots$   $B_{32}$ ,  $G_{33}$ ) の中心画素 ( $G_{22}$ ) にR信号を生成するためには、 $3 \times 3$ 画素 ( $G_{11}$ ,  $B_{12}$ ,  $\dots$   $B_{32}$ ,  $G_{33}$ ) に対応して図10Bに示すような予測係数セット ( $w_1 \sim w_9$ ) が用いられる。図10A及び図10Bは、注目画素 ( $G_{22}$ ) がG信号であり、このG信号の注目画素 ( $G_{22}$ ) に隣接する上下方向にB信号の画素 ( $B_{12}$ ,  $B_{32}$ )、左右方向にR信号の画素 ( $R_{21}$ ,  $R_{22}$ )、斜め方向にG信号の画素 ( $G_{11}$ ,  $G_{13}$ ,  $G_{31}$ ,  $G_{33}$ ) が位置している場合で、この注目画素 ( $G_{22}$ ) であるG信号の位置にR信号を生成する場合に用いる予測係数セット ( $w_1 \sim w_9$ ) の一例を示している。

また、図11Aに示すような $3 \times 3$ 画素 ( $G_{11}$ ,  $R_{12}$ ,  $\dots$   $R_{32}$ ,  $G_{33}$ ) の中心画素 ( $G_{22}$ ) にR信号を生成するためには、 $3 \times 3$ 画素 ( $G_{11}$ ,  $R_{12}$ ,  $\dots$   $R_{32}$ ,  $G_{33}$ ) に対応して図11Bに示すような予測係数セット ( $w_1 \sim w_9$ ) が用いられる。図11A及び図11Bは、注目画素 ( $G_{22}$ ) がG信号であり、この注目画素 ( $G_{22}$ ) のG信号の位置にR信号を生成する場合であるが、注目画素 ( $G_{22}$ ) であるG信号に隣接する上下方向にはR信号の画素 ( $R_{12}$ ,  $R_{32}$ ) が、左右方向にはB信号の画素 ( $B_{21}$ ,  $B_{22}$ ) が、それぞれ位置している場合で、この注目画素 ( $G_{22}$ ) であるG信号の位置にR信号を生成する場合の予測係数セット ( $w_1 \sim w_9$ ) の一例を示している。

さらに、図12Aに示すような $3 \times 3$ 画素 ( $R_{11}$ ,  $G_{12}$ ,  $\dots$

$G_{32}$ ,  $R_{33}$ ) の中心画素 ( $B_{22}$ ) に R 信号を生成するためには、 $3 \times 3$  画素 ( $R_{11}$ ,  $G_{12}$ ,  $\dots$ ,  $G_{32}$ ,  $R_{33}$ ) に対応して図 1 2 B に示すような予測係数セット ( $w_1 \sim w_9$ ) が用いられる。図 1 2 A 及び図 1 2 B は、注目画素 ( $B_{22}$ ) が B 信号であり、この注目画素 ( $B_{22}$ ) の上下左右方向に G 信号の画素 ( $G_{12}$ ,  $G_{21}$ ,  $G_{23}$ ,  $G_{32}$ )、斜め方向に R 信号の画素 ( $R_{11}$ ,  $R_{13}$ ,  $R_{31}$ ,  $R_{33}$ ) が位置している場合で、この注目画素 ( $B_{22}$ ) である B 信号の位置に R 信号を生成する場合の予測係数セット ( $w_1 \sim w_9$ ) を示している。

上記予測係数セットは、予め学習により得られるもので、上記係数メモリ 3 2 に記憶されている。

ここで、この学習について説明する。図 1 3 は、予測係数セットを学習により得る学習装置 4 0 の構成を示すブロック図である。

この学習装置 4 0 では、クラス分類適応処理の結果として生成されるべき出力画像信号、すなわち 3 板式カメラの CCD 出力相当の画像信号と同一の信号形式を有する画像信号が教師画像信号として間引き部 4 1 及び教師画像ブロック化部 4 5 に供給される。間引き部 4 1 は、教師画像信号から、色フィルタアレイの各色の配置に従って画素を間引く。間引き処理は、CCD イメージセンサ 5 に対して着される光学ローパスフィルタを想定したフィルタをかけることによって行う。すなわち、実際の光学系を想定した間引き処理を行う。間引き部 4 1 の出力が生徒画像信号として生徒画像ブロック化部 4 2 に供給される。

生徒画像ブロック化部 4 2 は、間引き部 4 1 により生成された生徒信号から、ブロック毎に教師画像信号の予測画素との対応を取りながら、注目画素に基づくクラスタップ及び予測タップを抽出する

ことにより、生徒画像信号をブロック化してA D R C処理部43と演算部46に供給する。A D R C処理部43は、生徒画像ブロック化部42から供給された生徒画像信号にA D R C処理を施し特徴情報を生成し、クラス分類部44に供給する。クラス分類部44は、入力された特徴情報からクラスコードを発生し、演算部46に出力する。

ここでは、教師画像信号は、3板式カメラのC C D出力相当の解像度をもつ画像信号であり、生徒画像信号は、単板式カメラのC C D出力相当の解像度をもつ画像信号、換言すれば、3板式カメラより解像度の低い画像信号である。さらに換言するに、教師画像信号は、1画素がR成分、G成分及びB成分すなわち3原色成分をもつ画像信号であり、生徒画像信号は、1画素がR成分、G成分又はB成分のうちの1つの色成分のみをもつ画像信号である。

一方、教師画像ブロック化部45は、生徒画像信号におけるクラスアップとの対応を取りながら、教師画像信号から予測画素の画像信号を切り出し、切り出した予測画像信号を演算部46に供給する。演算部46は、生徒画像ブロック化部42から供給される予測タップの画像信号と、教師画像ブロック化部45より供給される予測画像信号との対応を取りながら、クラス分類部44より供給されるクラス番号に従って、予測係数セットを解とする方程式である正規方程式のデータを生成する演算を行う。上記演算部46によつて生成される正規方程式のデータが学習データメモリ47に逐次読み込まれ、記憶される。

演算部48は、学習データメモリ47に蓄積された正規方程式のデータを用いて正規方程式を解く処理を実行する。これにより、ク

ラス毎の予測係数セットが算出される。算出された予測係数セットは、クラスに対応させて係数メモリ 49 に記憶される。係数メモリ 49 の記憶内容は、上述の係数メモリ 32 にロードされ、クラス分類適応処理を行う際に使用される。

次に、図 14 のフローチャートを参照して、学習装置 40 の動作について説明する。

この学習装置 40 に入力されるデジタル画像信号は、3 板式カメラで撮像された画像に相当する画質が得られる画像信号である。なお、3 板式カメラで得られる画像信号（教師画像信号）は、1 画素の画像信号として R, G, B の 3 原色信号を含んでいるのに対し、単板式カメラで得られる画像信号（生徒画像信号）は、1 画素の画像信号として R, G, B の 3 原色信号の内の 1 つの色信号のみを含んでいる。例えば図 15 A に示すように 3 板式カメラで撮像された HD 画像信号をフィルタリングして図 15 B に示すように 1/4 サイズの SD 画像信号に変換した教師画像信号が、この学習装置 40 に入力される。

ステップ S 31 では、教師画像ブロック化部 45 において、入力された教師画像信号をブロック化し、入力された教師画像信号から生徒画像ブロック化部 42 が注目画素として設定する画素に対応する位置に位置する予測画素の画素値を抽出して、演算部 46 に出力する。

また、ステップ S 32 では、3 板式カメラで撮像された画像に相当する画質が得られる教師画像信号に対して間引き部 41 により単板カメラの CCD イメージセンサ 5 に用いられる色コーディングフィルタ 4 に相当するフィルタをかける間引き処理を実行することで、

図 1 5 C に示すように単板式カメラの CCD イメージセンサ 5 が出力する画像信号に対応する生徒画像信号を教師画像信号から生成し、生成した生徒画像信号を生徒画像ブロック化部 4 2 に出力する。

ステップ S 3 3 では、生徒画像ブロック化部 4 2 において、入力された生徒画像信号のブロック化を行い、各ブロック毎に、注目画素に基づいて、クラスタップと予測タップを生成する。

ステップ S 3 4 では、A D R C 処理部 4 3 において、生徒画像信号から切り出されたクラスタップの信号を各色信号毎に A D R C 処理する。

ステップ S 3 5 では、クラス分類部 4 4 において、ステップ S 3 3 における A D R C 処理の結果に基づいてクラス分類し、分類されるクラスに対応するクラス番号を示す信号を出力する。

ステップ S 3 6 では、演算部 4 6 において、クラス分類部 4 4 より供給されたクラス毎に、生徒画像ブロック化部 4 2 より供給された予測タップと、教師画像ブロック化部 4 5 より供給される予測画像に基づいて、上述の式 ( 1 0 ) の正規方程式を生成する処理を実行する。正規方程式は、学習データメモリ 4 7 に記憶される。

ステップ S 3 7 では、演算部 4 6 によりすべてのブロックについての処理が終了したか否かを判定する。まだ処理していないブロックが存在する場合には、ステップ S 3 6 に戻り、それ以降の処理を繰り返し実行する。そして、ステップ S 3 7 において、すべてのブロックについての処理が終了したと判定された場合、ステップ S 3 8 に進む。

ステップ S 3 8 では、演算部 4 8 において、学習データメモリ 4 7 に記憶された正規方程式を例えば掃き出し法 ( Gauss-Jordan ) の消

去法) やコレスキー分解法を用いて解く処理を実行することにより、予測係数セットを算出する。このようにして算出された予測係数セットはクラス分類部 44 により出力されたクラスコードと関連付けられ、係数メモリ 49 に記憶される。

ステップ S 39 において、演算部 48 においてすべてのクラスについての正規方程式を解く処理を実行したか否かを判定し、まだ実行していないクラスが残っている場合には、ステップ S 38 に戻り、それ以降の処理を繰り返し実行する。

ステップ S 39 において、すべてのクラスについての正規方程式を解く処理が完了したと判定された場合、処理は終了される。

このようにしてクラスコードと関連付けられて係数メモリ 49 に記憶された予測係数セットは、図 4 に示した画像信号処理部 8 の係数メモリ 32 に記憶されることになる。そして、画像信号処理部 8 の適応処理部 31 は、上述したように、係数メモリ 32 に記憶されている予測係数セットを用いて、式 (3) に示した線形 1 次結合モデルにより、注目画素に対して適応処理を行う。

図 16 A 乃至図 16 C、図 17 A 乃至図 17 C、図 18 A 乃至図 18 C 及び図 19 A 乃至図 19 C は、ベイヤー配列の色フィルタアレイにより色コーディングされた画像信号に対し、注目画素 (図中、斜線を付けた画素) の位置に、R 信号、G 信号又は B 信号を生成する場合、及び、そのための予測係数セットを算出する際に、クラスを決定するの用にられるにクラスタップの一例の構造を示す。

図 16 A 乃至図 16 C に示すクラスタップ 1 は、左右方向に R 信号の画素が隣接する G 信号の画素を注目画素とした場合を示している。

図 1 6 A に示したクラスタップ 1 は、注目画素の G 信号の位置に R 信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、G 信号の注目画素に隣接する左右方向に位置する R 信号の画素と、それらの R 信号の画素より 1 画素離れた上方向、下方向、及び右方向又は左方向に位置する R 信号の画素、合計 8 画素から構成される。

図 1 6 B に示したクラスタップ 1 は、注目画素の G 信号の位置に G 信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、G 信号の注目画素に隣接する斜め方向に位置する G 信号の画素と、G 信号の注目画素より 1 画素離れた上方向又は下方向、及び右方向又は左方向に位置する G 信号の画素の、合計 9 画素（注目画素を含む）から構成されている。

図 1 6 C に示したクラスタップ 1 は、注目画素の G 信号の位置に B 信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、G 信号の注目画素に隣接する上下方向に位置する B 信号の画素と、それらの B 信号の画素より 1 画素離れた上方向又は下方向、及び右方向又は左方向に位置する B 信号の画素の、合計 8 画素から構成されている。

図 1 7 A 乃至図 1 7 C に示すクラスタップ 2 は、左右方向に B 信号の画素が隣接する G 信号の画素を注目画素とした場合を示している。

図 1 7 A に示したクラスタップ 2 は、注目画素の G 信号の位置に R 信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、G 信号の注目画素に隣接する上下方向に位置する R 信号の画素と、それらの R 信号の画素より 1 画素離れた上方向、下方向、

及び右方向又は左方向に位置するR信号の画素、合計8画素から構成される。

図17Bに示したクラスタップ2は、注目画素のG信号の位置にG信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、G信号の注目画素に隣接する斜め方向に位置するG信号の画素と、G信号の注目画素より1画素離れた上方向又は下方向、及び右方向又は左方向に位置するG信号の画素の、合計9画素（注目画素を含む）から構成されている。

図17Cに示したクラスタップ2は、注目画素のG信号の位置にB信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、G信号の注目画素に隣接する左右方向に位置するB信号の画素と、それらのB信号の画素より1画素離れた上方向又は下方向、及び右方向又は左方向に位置するB信号の画素の、合計8画素から構成されている。

図18A乃至図18Cに示すクラスタップ3は、左右方向にG信号の画素が隣接するB信号の画素を注目画素とした場合を示している。

図18Aに示したクラスタップ3は、注目画素のB信号の位置にR信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、B信号に隣接する斜め方向に位置するR信号の画素と、それらのR信号の画素より1画素離れた上方向、下方向、右方向、あるいは、左方向に位置するR信号の画素の、合計8画素から構成されている。

図18Bに示したクラスタップ3は、注目画素のB信号の位置にG信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用

いられ、B信号の注目画素に隣接する上下左右方向に位置するG信号の画素と、それらのG信号の画素の斜め上方向、あるいは斜め下方向に位置するG信号の画素の、合計8画素から構成されている。

図18Cに示したクラスタップ3は、注目画素のB信号の位置にB信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、B信号の注目画素より1画素離れて上下方向、右左方向及び斜め方向に位置するR信号の画素の、合計9画素（注目画素を含む）から構成されている。

図19A乃至図19Cに示すクラスタップ4は、左右方向にG信号の画素が隣接するR信号の画素を注目画素とした場合を示している。

図19Aに示したクラスタップ4は、注目画素のR信号の位置にR信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、R信号の注目画素より1画素離れて上下方向、右左方向及び斜め方向に位置するR信号の画素の、合計9画素（注目画素を含む）から構成されている。

図19Bに示したクラスタップ4は、注目画素のR信号の位置にG信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、R信号の注目画素に隣接する上下左右方向に位置するG信号の画素と、それらのG信号の画素の斜め上方向、あるいは斜め下方向に位置するG信号の画素の、合計8画素から構成されている。

図19Cに示したクラスタップ4は、注目画素のR信号の位置にB信号を生成する際に用いられる予測係数セットを算出する際に用いられ、R信号に隣接する斜め方向に位置するB信号の画素と、それらのR信号の画素より1画素離れた上方向、下方向、右方向、あ

るいは、左方向に位置するR信号の画素の、合計8画素から構成されている。

このデジタルスチルカメラ1では、ブロック化部28において、注目画素の画像信号の色の種類と、その注目画素の位置に生成する画像信号の色の種類により、上述したクラスタップ1乃至4を使い分けて抽出された複数の画素に基づいてクラスタップを抽出し、抽出されたクラスタップに対してADRC処理部29でADRC処理を施すことにより特徴情報を生成する。そして、適応処理部31において、ADRC処理により生成された特徴情報をクラス分類部30で分類することにより得られるクラス番号（クラスコード）に対応する係数セットを係数メモリ32から読み出して、式（3）に示した線形1次結合モデルにより、注目画素に対して適応処理を行うことによって、上記注目画素の位置に、すべての色成分と異なる色成分を持つ画素を生成することができる。

このように、入力画像信号の注目画素に基づいて、クラスタップと予測タップを抽出し、抽出されたクラスタップからクラスコードを生成し、その生成されたクラスコードに対応する予測係数セットと予測タップを用いて、注目画素の位置にRGB全ての色信号を生成するようにしたので、解像度の高い画像信号を得ることが可能となる。

また、入力された教師画像信号から生徒画像信号を生成し、その生徒画像信号の注目画素に基づいて、クラスタップを抽出し、生徒画像信号の注目画素に対応する位置に位置する教師画像信号の画素値を抽出し、抽出されたクラスタップからクラスコードを生成し、抽出されたクラスタップと画素値を用いて、生徒画像の注目画素の

位置に新たに色信号を生成するための演算に用いる予測係数セットを算出し、算出された予測係数セットとクラスコードを関連付けて記憶するようにしたので、解像度の高い画像を得るための処理を行う画像信号処理装置が用いる予測係数セットを算出することができる。

なお、上述した説明においては、画像信号処理部 8 が適応処理に用いる予測タップと、学習装置 40 が予測係数セットを算出する際に用いるクラスタップは、異なる構造としたが、同一の構造としても良い。また、予測タップとクラスタップは、上述した構造に限定されるものではない。

さらに、上述した説明では、色コーディングフィルタ 4 として、ベイヤー配列のものをを用いた場合を説明したが、他の色コーディングフィルタを用いた場合においても、本発明を適応する事は可能である。

ここで、このデジタルスチルカメラ 1 の CCD イメージセンサ 5 に用いることのできる色コーディングフィルタ 4 を構成する色フィルタアレイの構成例を図 20A 乃至図 20N に示す。

図 20A～図 20G は、原色 (R, G, B) 成分を通過させる原色フィルタアレイで構成された色コーディングフィルタ 4 における緑 (G) ・ 赤 (R) ・ 青 (B) の色配列の例を示している。

図 20A はベイヤー配列を示し、図 20B はインタライン配列を示し、図 20C は G ストライプ R B 市松配列を示し、図 20D は G ストライプ R B 完全市松配列を示し、図 20E はストライプ配列を示し、図 20F は斜めストライプ配列を示し、図 20G は原色色差配列を示す。

また、図20H～図20Nは、補色（M，Y，C，W，G）成分を通過させる補色フィルタアレイで構成された色コーディングフィルタ4におけるマゼンタ（M）・黄（Y）・シアン（C）・白

（W）の色配列を示す。図20Hはフィールド色差順次配列を示し、図20Iがフレーム色差順次配列を示し、図20JはMOS型配列を示し、図20Kは改良MOS型配列を示し、図20Lはフレームインターリーブ配列を示し、図20Mはフィールドインターリーブ配列を示し、図20Nはストライプ配列を示す。

なお、補色（M，Y，C，W，G）成分は、

$$Y = G + R$$

$$M = R + B$$

$$C = G + B$$

$$W = R + G + B$$

にて与えられる。また、図20Iに示すフレーム色差順対応の色コーディングフィルタ4を通過する各色（YM，YG，CM，CG）成分は、

$$YM = Y + M = 2R + G + B,$$

$$CG = C + G = 2G + B,$$

$$YG = Y + G = R + 2G$$

$$CM = C + M = R + G + 2R$$

にて与えられる。

このようにして適応処理により単板式カメラのCCD出力相当の画像信号から得られる3板式カメラのCCD出力相当の画像信号は、従来の線形補間処理による場合と比較して、鮮明な画像となるので、さらに補間処理を施して、例えば4倍密度の画像を生成するように

しても、画像の鮮明度を高く保つことができる。すなわち、例えば、  
図 2 1 A に示すように、 $n \times m$  ( $n$  及び  $m$  は正の整数) 個の画素で  
構成される CCD イメージセンサの出力画像信号から、図 2 1 B

(B 1) に示すように、 $n \times m$  個の R 画素の画像信号、 $n \times m$  個の  
G 画素の画像信号及び  $n \times m$  個の B の画像信号、すなわち、3 板式  
カメラの CCD 出力相当の画像信号を適応処理により求め、さらに、  
 $n \times m$  個の R 画素の画像信号から  $2n \times 2m$  個の R の画像信号を予  
測演算により求め、 $n \times m$  個の G 画素の画像信号から  $2n \times 2m$  個  
の G 画素の画像信号を予測演算により求め、 $n \times m$  個の B 画素の画  
像信号から、 $2n \times 2m$  個の B 画素の画像信号が予測演算により求  
めることにより、鮮明な 4 倍密度の画像を生成することができる。

ここで、このデジタルスチルカメラ 1 における画像信号処理部 8  
では、CCD イメージセンサ 5 の出力から、より高密度 (この例の  
場合、4 倍密度) の画像信号を適応処理により直接生成することも  
できる。

例えば、図 2 2 A に示す  $n \times m$  ( $n$  及び  $m$  は正の整数) 個の画素  
で構成される CCD イメージセンサの出力画像信号から、図 2 2 B  
に示す  $2n \times 2m$  個の R 画素の画像信号、 $2n \times 2m$  個の G 画素の  
画像信号及び  $2n \times 2m$  個の B 画素の画像信号を、それぞれ直接生  
成する適応処理を行う。

この場合、画像信号処理部 8 では、ブロック化部 2 8 により入力  
画像信号を  $p \times q$  ( $p$  及び  $q$  は正の整数) 個のブロックに分割し、  
ADRC 処理部 2 9 において、各ブロック毎に次のようなクラスタ  
ップを抽出し、そのクラスタップに ADRC 処理を施す。

図 2 3 乃至図 2 6 は、クラスタップの例を表している。この例に

においては、CCDイメージセンサ5の色フィルタアレイがベイヤー配列のものである場合の例を示している。図23は、1個のR画素の周囲に4倍の密度のRGB全ての画素を生成する場合のクラスタップの例を表している。図中、生成する画素は×印で表されており、クラスタップは太い枠で示されている。

図24と図25は、1個のGの画素の周囲に4倍密度のRGB全ての画素を生成する場合のクラスタップを表しており、図24は、R画素が存在する行のG画素の周囲に画素を生成する場合のクラスタップの例を表し、図25は、B画素が存在する行のG画素の周囲に4倍密度のRGB全ての画素を生成する場合のクラスタップの例を表している。

図26は、1個のB画素の周囲に4倍密度のRGB全ての画素を生成する場合のクラスタップの例を表している。

ADRC処理部29は、例えば、R画素の周囲の4画素のR、G、Bの各色成分の画像信号を生成する場合、図23の太枠で示す26個の画素のうちの対応する色の画素をクラスタップとして抽出し、それぞれのR、G、Bの成分の信号値をADRC処理する。

クラス分類部30は、ステップS17において、ADRC処理部31より入力された信号から、クラス分類処理を行う。すなわち、例えば図23に示すような26個の画素のうち抽出された色の画素に対してADRC処理して得られた信号値に対応するクラスを決定し、そのクラス番号を適応処理部31に供給する。適応処理部31は、ステップS18において、クラス分類部30より供給されたクラス番号に対応する予測係数セットを係数メモリ32から読み出し、その予測係数セットを対応する予測タップに乗算し、その和を求め

ることで、4倍密度の画素の画像信号を生成する。

図27乃至図30は、予測タップの例を表している。図27は、1個のR画素の周囲に4倍密度の4個の画素を生成する場合の予測タップの例を表している。図28と図29は、1個のG画素の周囲に4倍密度の4個の画素を生成する場合の予測タップの例を表し、図28は、R画素が存在する行のG画素の周囲に4倍密度の画素を生成する場合の予測タップを表しており、図29は、B画素が存在する行のG画素の周囲に4倍密度の画素を生成する場合の予測タップの例を表している。

図30は、1個のB画素の周囲に4倍密度の4個の画素を生成する場合の予測タップの例を表している。

図27乃至図30を参照して明らかなように、この例では、4倍密度の4個の画素に対応する注目画素の周囲の $5 \times 5$ 個の画素が予測タップとされる。

適応処理部31は、例えば図27に示す1個のRの画素の左上の4倍密度の画素を予測する場合、クラス分類部30より供給されたクラス番号の係数セットのうち、左上の画素を予測する場合の予測係数セットを対応する予測タップに乗算し、その和を求める。同様の処理が、右上、左下、右下の各予測画素を生成する場合にも行われる。

このようなクラス分類適応処理により、 $n \times m$ 個の画素で構成される1枚の画像信号（各画素は1つの色の信号のみを有している）から、 $2n \times 2m$ 個のR画素の画像信号、 $2n \times 2m$ 個のG画素の画像信号、及び $2n \times 2m$ 個のB画素の画像信号が直接生成することによって、一旦、 $n \times m$ 個のRの画像信号、 $n \times m$ 個のG画素の

画像信号及び  $n \times m$  個の B 画素の画像信号を生成してから、4 倍密度の画像信号を生成する場合に較べて、より高精細度の画像を得ることが可能となる。

この場合、学習装置 40 では、4 倍密度の画像信号を教師画像信号とし、間引き部 41 で入力された教師画像信号に対して、撮像系に持たせたい倍率の逆の倍率の色フィルタを想定した間引き処理を行うことにより単板カメラの CCD イメージセンサ 5 が出力した画像信号に対応する生徒画像信号を生成することにより、上述のような適応処理を行うための予測係数セットを得ることができる。

すなわち、学習装置 40 では、複数の色のうちのいずれか 1 つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1 枚の画像が構成される生徒画像信号から、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を有する予測画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出し、抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定し、上記予測画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出して、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する。

以上の実施の形態の効果を評価するため、色フィルタアレイとしてベイヤー配列のものをを用いた場合を想定し、ITE (Institute of Television Engineers) のハイビジョン標準画像 9 枚を使用し、予測係数セットの算出に関してもその 9 枚を用いてシミュレーションを行った。

3 板式カメラの CCD 出力相当の画像信号から、クラス分類適応

処理の倍率と画素の位置関係を考慮した間引き操作により、単板式カメラのCCD出力相当の画像信号を生成し、学習装置40と同様の処理を行うアルゴリズムで予測係数セットを生成した。そして、単板式カメラのCCDイメージセンサの出力を、縦と横それぞれ2倍ずつの画素数を有する変換処理を、その予測係数セットを用いて、クラス分類適応処理により予測生成した。クラスタップ及び予測タップは、図23乃至図30に示すものを用いた。クラスタップについては、RGBそれぞれ独立に扱い、予測タップは、RGBを混合して使用した。

シミュレーションの結果、図21Aに示すような単板式カメラのCCD出力から、図21Bに示すような3板式カメラのCCD出力相当の画像信号を介して、4倍密度の画像信号を得る場合より、エッジや細部の鮮鋭度が向上しており、より高い解像度の画像が得られた。クラス分類適応処理に代えて、線形補間処理についてもシミュレーションしてみたが、クラス分類した方が、解像度も、S/N比も良好な結果が得られた。

なお、以上においては、単板CCDイメージセンサの出力を4倍密度の画像信号とするようにしたが、それ以外の倍率の画像信号を生成する場合にも、本発明は適用することが可能である。

さらに、本発明はデジタルスチルカメラ以外のビデオカメラ、その他の画像処理装置に適用することが可能である。

ここで、上記デジタルスチルカメラ1のCCDイメージセンサ5にCCDイメージセンサ5に用いることのできる色コーディングフィルタ4を構成する色フィルタアレイの構成は、各種存在するが、色フィルタアレイの中で各信号値が有する情報の密度に差がある場

合、各色信号毎に独立にクラス分類適応処理を行ったのでは、情報の密度差により予測精度に差が生じる。すなわち、例えば、ベイヤー配列の色フィルタアレイが用いられる場合に、R、G、Bの各色信号毎に独立にクラス分類適応処理を行ったのでは、 $m \times n$  ( $m$ 及び $n$ は正の整数) 個の画素のうちR画素とB画素に関しては4画素に1個の割合でしか存在しないにも拘わらずG (4画素に2個の割合で存在する) と同様の処理がなされることになる。このため、RとBに関してはGと比較して精度の良い予測処理を行うことができない。

このように、情報の密度に差がある場合には、最も高密度に配置されている色成分のみを利用して、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ入力画像信号の注目画素毎に、上記複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有し、上記注目画素近傍に位置する複数の画素を抽出し、抽出された複数の画素に基づいて決定されたクラスに基づいて、上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成することにより予測精度を向上させることができる。

この場合のベイヤー配列の色フィルタアレイにより色コーディングされた画像信号に対するクラスタップと予測タップの具体例について説明する。例えば図31に示すように、B画素を予測画素位置とする場合、図32に示すように、その予測画素位置にあるB画素の上下左右に隣接する4個のG画素、左側に隣接するG画素の左上と左下に隣接する2個のG画素、さらに、予測画素位置にあるB画素の右側に隣接するG画素の右上と右下に隣接する2個のG画素の合計8個のG画素がクラスタップとされる。そして、この場合にお

ける予測タップとしては、図 3 3 に示すように、中央の B 画素を中心とする  $5 \times 5$  個の RGB の各成分を含む画素が用いられる。

また、図 3 4 に示すように、R 画素が予測画素位置とされる場合、図 3 5 に示すように、その予測画素位置にある R 画素の上下左右に隣接する 4 個の G 画素、左側に隣接する G 画素の左上と左下に隣接する 2 個の G 画素、さらに、右側に隣接する G 画素の右上と右下に隣接する 2 個の画素の合計 8 個の G 画素がクラスタップとされる。この場合における予測タップとしては、図 3 6 に示すように、予測画素位置にある R 画素を中心とする  $5 \times 5$  個の RGB の各色成分を含む 25 個の画素が用いられる。

さらに図 3 7 に示すように、G 画素が予測画素位置とされる場合、予測画素位置にある G 画素と隣接する画素の色の違いに対応して図 3 8 A 及び図 3 8 B に示すような画素がクラスタップとして用いられる。すなわち、図 3 8 A に示すクラスタップは、予測画素位置にある G 画素の左上、左下、右上及び右下に隣接する 4 個の G 画素、予測画素位置にある G 画素から上下方向に R 画素を介して隣接する 2 個の G 画素、及び水平方向に B 画素を介して隣接する 2 個の G 画素、並びに自分自身を含む合計 9 個の G 画素により構成されている。また、図 3 8 B に示すクラスタップは、予測画素位置にある G 画素の左上、左下、右上及び右下に隣接する 4 個の G 画素、予測画素にある G 画素から上下方向に B 画素を介して隣接する 2 個の G 画素、及び水平方向に R 画素を介して隣接する 2 個の G 画素、並びに自分自身を含む合計 9 個の G 画素により構成されている。さらに、この場合における予測タップとしては、図 3 9 A 及び図 3 9 B に示すように、予測画素位置にある画素を含む、その周囲の  $5 \times 5$  個の RG

Bの各色成分を含む画素が用いられる。

R G Bの各信号値から、輝度信号Yは、次式に従って演算される。

$$Y = 0.59G + 0.30R + 0.11B$$

このように、輝度信号Yに与える影響はG成分が最も大きく、したがって、図31に示すように、ベイヤー配列の場合においても、G成分の画素が最も高密度に配置されている。輝度信号Yは、人間の視覚特性、解像度に影響する情報を多量に含んでいる。

そこで、クラスタップをG成分の画像信号をG画素のみから構成すれば、より精度良く、クラスを決定することができ、精度の良いクラス分類適応処理が可能となる。

この場合、学習装置40では、画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ生徒画像信号の注目画素近傍に位置し、複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有する複数の画素を抽出し、抽出された複数の画素に基づいてクラスを決定することにより、上述のような適応処理を行うための予測係数セットを得ることができる。

以上の実施の形態の効果を評価するため、色フィルタアレイとしてベイヤー配列のものをを用いた場合を想定し、ITE (Institute of Television Engineers) のハイビジョン標準画像9枚を使用し、予測係数セットの算出に関してもその9枚を用いてシミュレーションを行った。3板式カメラのCCD出力相当の画像信号から、クラス分類適応処理の倍率と画素の位置関係を考慮した間引き操作により、単板式カメラのCCD出力相当の画像信号を生成し、学習装置40と同様の処理を行うアルゴリズムで予測係数セットを生成するとともに、単板式カメラのCCDイメージセンサの出力に対し、上

述したクラス分類適応処理により予測処理を行い、縦と横それぞれ2倍ずつの画素数を有する画像信号に変換した結果、R（G又はBも同様）の画素を予測する場合のクラスタップを、RGBが混合する画素としたときより、エッジや細部の鮮鋭度が向上しており、より高い解像度の画像が得られた。クラス分類適応処理に代えて、線形補間処理についてもシミュレーションしてみたが、クラス分類した方が、解像度も、S/N比も良好な結果が得られた。

上記シミュレーションによるS/N比の評価結果として、標準画像A，B，Cについてクラス適応処理生成した各色信号のS/N比は、クラスタップとしてRGBの各画素を独立に抽出するクラス適応処理では、

標準画像A

R : 35. 22 db

G : 35. 48 db

B : 34. 93 db

標準画像B

R : 32. 45 db

G : 32. 40 db

B : 29. 29 db

標準画像Cでは、

R : 24. 75 db

G : 25. 31 db

B : 23. 23 db

であったものが、クラスタップとしてG画素を用いたクラス適応処理では、

## 標準画像 A

R : 3 5 . 3 8 d b

G : 3 5 . 4 8 d b

B : 3 5 . 1 3 d b

## 標準画像 B

R : 3 2 . 6 0 d b

G : 3 2 . 4 0 d b

B : 2 9 . 4 6 d b

## 標準画像 C

R : 2 4 . 9 9 d b

G : 2 5 . 3 1 d b

B : 2 3 . 7 9 d b

が得られた。

このように、情報の密度に差がある場合には、例えば、上記クラスタップとして、最も高密度に配置されている色成分の画素のみを利用することにより、予測精度を向上させることができる。

さらに、切り出された複数の色信号を含むクラスタップに色フィルタアレイの各色信号毎に別個に A D R C 処理を行うことより得られる結果を合わせ込んでクラスを決定するようにすれば、より高精度に予測処理を行うことができ、解像度の高い画像信号を生成することができる。

単板式カメラの C C D イメージセンサによって生成される画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号から、入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出し、抽出された各色成分毎の複数の画素の空間アクティビテ

ィを特徴情報としてA D R C処理により生成し、生成した特徴情報に基づいて基づいてクラスを決定し、決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成するクラス分類適応処理を上記予測処理部25で行うことによって、3板式カメラのC C D出力相当の画像信号を得ることができる。

すなわち、A D R C処理部29の出力すなわち再量子化コードが供給されるクラス分類部30において、上記再量子化コードに基づいて画像信号パターンすなわち空間アクティビティの分類を行い、分類結果を示すクラス番号を生成することにより、クラス分類がより適切になされ、予測処理精度を向上させることができる。

この場合の、ベイヤー配列の色フィルタアレイにより色コーディングされた画像信号に対するクラスタップと予測タップの具体例について説明する。

図40A、図40B及び図40Cは、B画素の位置にR、G、Bそれぞれの色信号を生成する（B画素の位置にもB成分の画像信号を生成する）場合のタップ構造の一例を示している。

また、図41A、図41B及び図41Cは、Gの画素の位置にR、G、Bそれぞれの色信号を生成する（B画素の位置にもB成分の画像信号を生成する）場合のタップ構造の一例を示している。図40A～図40C及び図41A～図41Cにおいて、二重丸が予測されるべき画素すなわち予測画素の位置を示す。図40B及び図41Bにおいて、A D R C処理に用いられる画素の外枠位置を示し、さらに、三角形が実際にクラスタップとして切り出される画素の外枠位置を示す。図40B及び図41Bにおいて、三角形が予測タップと

して切り出される画素の外枠位置を示す。

図40Aに示すようにG画素の位置にR, G, Bのそれぞれの色信号を予測生成する場合には、例えば、図40Bに示すような画素がクラスタップとして切り出される。すなわち、予測生成されるべき位置の画素と、それに隣接する画素との計9個の画素（三角形で示す）をクラスタップとして切り出すに当たり、このクラスタップ中にはG画素が1つしか含まれないので、ADRC処理によりクラス分類に使用する特徴情報を確実に抽出することができないが、実際にクラスタップとして切り出される画素の範囲よりも広い範囲の画素をADRC処理に用いることによって、クラス分類に使用する特徴情報を確実に抽出することができる。

そして、図40Cに示すように予測タップが切り出される。すなわち、R, G, Bの各画素が混合されるような画素位置を予測タップとして切り出し、予測タップの信号に基づいて、各クラスに対応する予測係数セットを用いた重み付け加算等の演算を行うことによって予測位置の画素信号を予測生成する。

ベイヤ配列の場合には、R, G, Bのそれぞれの色信号に対応する画素数が1 : 2 : 1である。したがって、R, G, Bのそれぞれの色信号をR画素の位置に予測生成する場合には、上述したR, G, Bのそれぞれの信号をR画素の位置に予測生成する場合と同様なクラスタップ構造及び予測タップ構造を用いることができる。

一方、図41Aに示すようにGの画素位置にR, G, Bのそれぞれの色信号を予測生成する場合には、例えば、図41Bに示すような画素がクラスタップとして切り出される。すなわち、図41Bに示すように予測画素位置にある画素を中心とした隣接する9個の画

素（三角形で示す）をクラスタップとして切り出すか、若しくは、特に画素数が少ない色信号についてはクラスタップの範囲が四角形で示す画素等にまで広げられる。そして、クラスタップの信号に基づいてA D R C処理がなされ、処理結果から中心の画素だけ抜き出すことによってクラス分類がなされる。さらに、R、G、Bの各画素間の関係をクラス分類結果に反映させる処理が行われる。例えば、各信号のA D R C処理の際のダイナミックレンジの大小関係及びしきい値処理の結果、A D R C処理の際の最大値及び最小値の関係を数ビットの情報により付加することにより、より高精度で、解像度の高い画像信号を予測生成することができる。

また、図4 1 Cに示すように予測タップが切り出される。すなわち、R、G、Bの各画素が混合されるような画素を予測タップとして配置し、予測タップの信号に基づいて、各クラスのに対応する予測係数セットを用いた重み付け加算等の演算を行うことによって予測位置の画素信号を予測生成する。

上述したようになされる一実施形態の効果を評価するため、色フィルタアレイとしてベイヤー配列を用いる場合を想定してシミュレーションを行った。前述した学習装置4 0と同じ動作を行うアルゴリズムで予測係数セットを生成するとともに、間引き処理により3板式カメラのCCD出力に相当する画像信号から単板式カメラのCCD出力に相当する画像信号を生成し、上述したクラス分類適応処理に予測処理を実施した。また、この発明による効果と比較するため、従来方式である線形補間と、R、G、Bそれぞれ独立にクラス分類を行ったクラス分類適応処理とを実施し、対比を試みた。

シミュレーションには、I T E (Institute of Television Engin

eers) のハイビジョン標準画像 9 枚を使用し、予測係数セットの算出に関してもその 9 枚を用いた。その結果、線形補間との比較では、すべての画像の R, G, B の各色像信号においてエッジ部分や細部の鮮鋭度が増し、S/N 比の向上も確認された。また、R, G, B の各画像信号それぞれ独立にクラス分類を行ったクラス分類適応処理と比較した場合も、すべての画像において R 成分の画像信号と B 成分の画像信号で解像度の向上が確認された。このように、この発明の一実施形態においては、線形補間や、R, G, B の各色信号それぞれ独立にクラス分類を行ったクラス分類適応処理と比較して、エッジ部分や細部の鮮鋭度、S/N 比、解像度等における画質の向上が実現される。

なお、クラスタップ及び予測タップのタップ構造は、図 40A～図 40C 及び図 41A～図 41C に示したものに限定されるものではない。原色フィルタアレイあるいは補色フィルタフィルタアレイの配列、生成すべき画像信号の解像度等の性質等の条件に応じて、クラスタップ及び予測タップのタップ構造を、適宜設定するようにすれば良い。例えば、出力画像により高い画質が要求される場合には、クラスタップ及び予測タップとしてより多くの画素が切り出されるようにすれば良い。

図 20A 乃至図 20N に示したように、単板式カメラの CCD イメージセンサ 5 に用いることができる色コーディングフィルタ 4 を構成する色フィルタアレイの色配列には、各種存在するが、上記手法は、色フィルタアレイの中で各信号値が有する情報の密度に差がある、すべての場合に有効である。

また、CCD イメージセンサの画素数に比べて、例えば縦横それ

ぞれ2倍で計4倍の解像度を有するなど、上述の図22A及び図22Bに示しような変換により、解像度等が異なる画像信号を生成する場合にも、この発明を適用することができる。すなわち、生成したい画像信号を教師画像信号とし、デジタルスチルカメラ1に搭載されるCCDイメージセンサ5からの出力画像信号を生徒画像信号として学習を行うことによつて生成される予測係数セットを使用してクラス分類適応処理を行うようにすれば良い。

また、この発明は、デジタルスチルカメラ以外に、例えばカメラ一体型VTR等の映像機器や、例えば放送業務に用いられる画像処理装置、さらには、例えばプリンタやスキャナ等に対しても適用することができる。

また、上記予測処理部25におけるクラス分類適応処理や、上記学習装置40において予測係数セットを得るための学習処理は、例えば図42に示すように、バス311に接続されたCPU(Central Processing Unit)312、メモリ313、入力インターフェース314、ユーザインターフェース315や出力インターフェース316などにより構成される一般的なコンピュータシステム310により実行することができる。上記処理を実行するコンピュータプログラムは、記録媒体に記録されて、画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体、又は、クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体として、ユーザに提供される。上記記録媒体には、磁気ディスク、CD-ROMなどの情報記録媒体の他、インターネット、デジタル衛星など

のネットワークによる伝送媒体も含まれる。

### 請求の範囲

1. 画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出手段と、

上記抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、

上記クラス決定手段で決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成手段とを備えることを特徴とする画像信号処理装置。

2. 上記画素生成手段は、上記注目画素の位置に、すべての色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像信号処理装置。

3. 上記画素生成手段は、各クラス毎の予測係数セットを記憶する記憶手段と、上記クラス決定手段で決定されたクラスに応じた予測係数セットと、上記抽出手段によって抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記異なる色成分を持つ画素を生成する演算手段とを備える特徴とする請求の範囲第1項記載の画像信号処理装置。

4. 上記演算手段は、上記予測係数セットと上記注目画素近傍の複数の画素値との線形一次結合に基づく演算を行うことを特徴とする請求の範囲第3項記載の画像信号処理装置。

5. 上記抽出手段は、上記クラス決定手段と上記演算手段に対し

て、少なくとも1画素は異なる画素を抽出することを特徴とする請求の範囲第3項記載の画像信号処理装置。

6. 上記色成分で表される色は、赤、青、緑の何れかであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像信号処理装置。

7. 画素位置毎に複数の色のうち何れか1つを表す色成分を持つ上記画像信号を取得する取得手段をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像信号処理装置。

8. 上記取得手段は、固体撮像素子であることを特徴とする請求の範囲第7項記載の画像信号処理装置。

9. 上記固体撮像素子は、ベイヤー配列のCCDイメージセンサであることを特徴とする請求の範囲第8項記載の画像信号処理装置。

10. 画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、

上記画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップを有すること特徴とする画像信号処理方法。

11. 上記画素生成ステップでは、上記注目画素の位置に、すべての色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請求の範囲第10項記載の画像信号処理方法。

12. 上記画素生成ステップでは、上記クラス決定ステップで決

定されたクラスに応じた予測係数セットと上記抽出ステップで抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記異なる色成分を持つ画素を生成する演算手段とを特徴とする請求の範囲第10項記載の画像信号処理方法。

13. 上記画素生成ステップでは、上記予測係数セットと上記注目画素近傍の複数の画素値との線形一次結合に基づく演算を行うことを特徴とする請求の範囲第12項記載の画像信号処理方法。

14. 上記抽出ステップでは、上記クラス決定ステップと上記画素生成ステップに対して、少なくとも1画素は異なる画素を抽出することを特徴とする請求の範囲第12項記載の画像信号処理方法。

15. 上記色成分で表される色は、赤、青、緑の何れかであることを特徴とする請求の範囲第10項記載の画像信号処理方法。

16. 画素位置毎に複数の色のうち何れか1つを表す色成分を持つ上記画像信号を取得する取得ステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第10項記載の画像信号処理方法。

17. 上記取得ステップでは、固体撮像素子により上記画像信号を取得することを特徴とする請求の範囲第16項記載の画像信号処理方法。

18. 上記取得ステップでは、ベイヤー配列のCCDイメージセンサにより上記画像信号を取得することを特徴とする請求の範囲第17項記載の画像信号処理方法。

19. 画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、

上記画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記注目画素の位置に、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップを有することを特徴とする記録媒体。

20. 上記画素生成ステップでは、上記注目画素の位置に、すべての色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請求の範囲第19項記載の記録媒体。

21. 上記画素生成ステップでは、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに応じた予測係数セットと、上記抽出ステップで抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記異なる色成分を持つ画素を生成する演算手段とを特徴とする請求の範囲第19項記載の記録媒体。

22. 上記画素生成ステップでは、上記予測係数セットと上記注目画素近傍の複数の画素値との線形一次結合に基づく演算を行うことを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

23. 上記抽出ステップでは、上記クラス決定ステップと上記画素生成ステップに対して、少なくとも1画素は異なる画素を抽出することを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

24. 上記色成分で表される色は、赤、青、緑の何れかであることを特徴とする請求の範囲第19項記載の記録媒体。

25. 画素位置毎に複数の色のうち何れか1つを表す色成分を持

つ上記画像信号を取得する取得ステップをさらに有することを特徴とする請求の範囲第19項記載の記録媒体。

26. 上記取得ステップでは、固体撮像素子により上記画像信号を取得することを特徴とする請求の範囲第25項記載の記録媒体。

27. 上記取得ステップでは、ベイヤー配列のCCDイメージセンサにより上記画像信号を取得することを特徴とする請求の範囲第26項記載の記録媒体。

28. 画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出手段と、

上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出手段と、

上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする学習装置。

29. 上記第1の画素抽出手段は、上記注目画素の位置と、上記注目画素が持つ色成分に基づいて、上記注目画素の近傍の複数の画素を抽出することを特徴とする請求の範囲第28項記載の学習装置。

30. 上記クラス決定手段は、上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に対して、ADRC (Adaptive Dynamic Range Codi

ng) 処理により特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 28 項記載の学習装置。

31. 画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第 1 の画素抽出ステップと、

上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第 2 の画素抽出ステップと、

上記第 1 及び第 2 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴とする学習方法。

32. 上記第 1 の画素抽出ステップでは、上記注目画素の位置と、上記注目画素が持つ色成分に基づいて、上記注目画素の近傍の複数の画素を抽出することを特徴とする請求の範囲第 31 項記載の学習方法。

33. 上記クラス決定ステップでは、上記第 1 の画素抽出手段で抽出された複数の画素に対して、A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により生成される特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 31 項記載の学習方法。

34. クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理

を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、

上記第1の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、

上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴とする記録媒体。

35. 上記第1の画素抽出ステップでは、上記注目画素の位置と、上記注目画素が持つ色成分に基づいて、上記注目画素の近傍の複数の画素を抽出することを特徴とする請求の範囲第34項記載の記録媒体。

36. 上記クラス決定ステップでは、上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に対して、ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により生成される特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第34項記載の記録媒体。

37. 複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出手段と、

上記抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、

上記クラス決定手段で決定されたクラスに基づいて、上記入力画像信号の各画素に処理を行うことによって、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を上記複数の色それぞれに関して有する出力画像信号を生成する出力画像生成手段とを備えることを特徴とする画像信号処理装置。

38. 上記出力画像生成手段は、各クラス毎の予測係数セットを記憶する記憶手段と、上記クラス決定手段で決定されたクラスに応じた予測係数セットと上記抽出手段によって抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記出力画像信号を生成する演算手段とを備えることを特徴とする請求の範囲第37項記載の画像信号処理装置。

39. 複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、

上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記入力画像信号の各画素に処理を行うことによって、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を上記複数の色それぞれに関して有する出力画像信号を生成する出力画像生成ステップとを有することを特徴とする画像信号処理方法。

40. 上記出力画像生成ステップでは、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに応じた予測係数セットと上記抽出ステップで抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記出力画像信号を生成することを特徴とする請求の範囲第39項記載の画像信号処理方法。

41. 複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記注目画素近傍の複数の画素を抽出する抽出ステップと、

上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、上記入力画像信号の各画素に処理を行うことによって、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を上記複数の色それぞれに関して有する出力画像信号を生成する出力画像生成ステップとを有することを特徴とする記録媒体。

42. 上記出力画像生成ステップでは、上記クラス決定ステップ

で決定されたクラスに応じた予測係数セットと上記抽出ステップで抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記出力画像信号を生成することを特徴とする請求の範囲第41項記載の記録媒体。

43. 複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される生徒画像信号から、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を有する予測画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出手段と、

上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、

上記予測画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出手段と、

上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする学習装置。

44. 上記クラス決定手段は、上記第1の画素抽出手段で抽出された複数の画素に対して、A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第43項記載の学習装置。

45. 複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1枚の画像が構成される生徒

画像信号から、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を有する予測画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第 1 の画素抽出ステップと、

上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記予測画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第 2 の画素抽出ステップと、

上記第 1 及び第 2 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする学習方法。

46. 上記クラス決定手段は、上記第 1 の画素抽出手段で抽出された複数の画素に対して、A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 45 項記載の学習方法。

47. クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

複数の色のうちのいずれか 1 つを表す色成分を画素位置毎に持つ所定数のサンプル値によって、1 枚の画像が構成される生徒画像信号から、上記所定数のサンプル値より多いサンプル値を有する予測画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第 1 の画素抽出

ステップと、

上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記予測画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第 2 の画素抽出ステップと、

上記第 1 及び第 2 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする記録媒体。

48. 上記クラス決定手段は、上記第 1 の画素抽出手段で抽出された複数の画素に対して、A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 47 項記載の記録媒体。

49. 画素位置毎に複数の色のうちのいずれか 1 つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有し、上記注目画素近傍に位置する複数の画素を抽出する抽出手段と、

上記抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成手段とを備えることを特徴とする画像信号処理装置。

50. 上記画素生成手段は、各クラス毎の予測係数セットを記憶する記憶手段と、上記クラス決定手段で決定されたクラスに応じた予測係数セットと上記抽出手段によって抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記異なる色成分を持つ画素を生成する演算手段とを備えること特徴とする請求の範囲第49項記載の画像信号処理装置。

51. 上記画素生成手段は、上記注目画素の位置に、すべての色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請求の範囲第49項記載の画像信号処理装置。

52. 画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有し、上記注目画素近傍に位置する複数の画素を抽出する抽出ステップと、

上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップとを備えることを特徴とする画像信号処理方法。

53. 上記画素生成ステップでは、上記クラス決定ステップで決定されたクラスに応じた予測係数セットと、上記抽出ステップによって抽出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことにより、上記異なる色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請求の範囲第52項記載の画像信号処理方法。

54. 上記画素生成ステップでは、上記注目画素の位置に、すべ

ての色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請求の範囲第5  
2項記載の画像信号処理方法。

55. 画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分  
を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制  
御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

上記入力画像信号の注目画素毎に、上記複数の色成分のうち最も  
高密度である色成分を有し、上記注目画素近傍に位置する複数の画  
素を抽出する抽出ステップと、

上記抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを  
決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なく  
とも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成す  
る画素生成ステップとを有することを特徴とする記録媒体。

56. 上記画素生成ステップでは、上記クラス決定ステップで決  
定されたクラスに応じた予測係数セットと、上記抽出ステップで抽  
出された上記注目画素近傍の複数の画素に基づく演算を行うことに  
より、上記異なる色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請  
求の範囲第55記載の記録媒体。

57. 上記画素生成ステップでは、上記注目画素の位置に、すべ  
ての色成分を持つ画素を生成することを特徴とする請求の範囲第5  
5項記載の記録媒体。

58. 画素位置毎に複数の色のうちのいずれか1つを表す色成分  
を持つ生徒画像信号の注目画素近傍に位置し、複数の色成分のうち  
最も高密度である色成分を有する複数の画素を抽出する第1の画素

抽出手段と、

上記第 1 の画素抽出手段で抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定手段と、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第 2 の画素抽出手段と、

上記第 1 及び第 2 の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする学習装置。

59. 上記クラス決定手段は、上記第 1 の画素抽出手段で抽出された複数の画素に対して、A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 58 項記載の学習装置。

60. 画素位置毎に複数の色のうちのいずれか 1 つを表す色成分を持つ生徒画像信号の注目画素近傍に位置し、複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有する複数の画素を抽出する第 1 の画素抽出ステップと、

上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第 2 の画素抽出

ステップと、

上記第 1 及び第 2 の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする学習方法。

61. 上記クラス決定ステップでは、上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に対して、A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 60 項記載の学習方法。

62. クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

画素位置毎に複数の色のうちのいずれか 1 つを表す色成分を持つ生徒画像信号の注目画素近傍に位置し、複数の色成分のうち最も高密度である色成分を有する複数の画素を抽出する第 1 の画素抽出ステップと、

上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に基づいて、クラスを決定するクラス決定ステップと、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第 2 の画素抽出ステップと、

上記第 1 及び第 2 の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを備えることを特徴とする記録媒体。

63. 上記クラス決定ステップでは、上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素に対して、A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理により特徴情報を生成し、特徴情報に基づいてクラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 62 項記載の記録媒体。

64. 画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理装置において、

上記入力画像信号の注目画素毎に対して、上記注目画素近傍の画素から、各色成分毎に複数の画素を抽出する抽出手段と、

上記抽出手段で抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成する特徴情報生成部と、上記各色成分毎の特徴情報に基づいて 1 つのクラスを決定するクラス決定部とを含むクラス決定手段と、

上記クラス決定手段で決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成手段とを備えることを特徴とする画像信号処理装置。

65. 上記特徴情報生成部は、上記抽出手段で抽出された各色成分毎の複数の画素の空間アクティビティを上記特徴情報として生成することを特徴とする請求の範囲第 64 項記載の画像信号処理装置。

66. 上記特徴情報生成部は、上記各色成分毎の複数の画素に対

してA D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理によって上記空間アクティビティを生成することを特徴とする請求の範囲第 6 5 項記載の画像信号処理装置。

6 7. 上記抽出手段は、上記注目画素近傍の所定の範囲に含まれる複数の画素から、各色成分に対応する画素をそれぞれ抽出することを特徴とする請求の範囲第 6 4 項記載の画像信号処理装置。

6 8. 画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理方法において、

上記入力画像信号の注目画素毎に対して、上記注目画素近傍の画素から、各色成分毎に複数の画素を抽出する抽出ステップと、

上記抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて、各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の特徴情報に基づいて、1つのクラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップとを備えることを特徴とする画像信号処理方法。

6 9. 上記クラス決定ステップでは、上記抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素の空間アクティビティを上記特徴情報として生成することを特徴とする請求の範囲第 6 8 項記載の画像信号処理方法。

7 0. 上記クラス決定ステップでは、上記各色成分毎の複数の画素に対してA D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理によって上記空間アクティビティを生成することを特徴とする請求の範囲第 6 9 項記載の画像信号処理方法。

7 1. 上記抽出ステップでは、上記注目画素近傍の所定の範囲に

含まれる複数の画素から、各色成分に対応する画素をそれぞれ抽出することを特徴とする請求の範囲第68項記載の画像信号処理方法。

72. 画素位置毎に複数のうちの何れか一つを表す色成分を持つ入力画像信号を処理する画像信号処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

上記入力画像信号の注目画素毎に対して、上記注目画素近傍の画素から、各色成分毎に複数の画素を抽出する抽出ステップと、

上記抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて、各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の特徴情報に基づいて、1つのクラスを決定するクラス決定ステップと、

上記クラス決定ステップで決定されたクラスに基づいて、少なくとも上記注目画素が持つ色成分と異なる色成分を持つ画素を生成する画素生成ステップとを備えることを特徴とする記録媒体。

73. 上記クラス決定ステップでは、上記抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素の空間アクティビティを上記特徴情報として生成することを特徴とする請求の範囲第72項記載の記録媒体。

74. 上記クラス決定ステップでは、上記各色成分毎の複数の画素に対してA D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理によって上記空間アクティビティを生成することを特徴とする請求の範囲第73項記載の記録媒体。

75. 上記抽出ステップでは、上記注目画素近傍の所定の範囲に含まれる複数の画素から、各色成分に対応する画素をそれぞれ抽出することを特徴とする請求の範囲第72項記載の記録媒体。

76. 画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出手段と、

上記第1の画素抽出手段で抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の画素の特徴情報に基づいて1つのクラスを決定するクラス決定手段と、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出手段と、

上記第1及び第2の画素抽出手段で抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成手段とを備えることを特徴とする学習装置。

77. 上記クラス決定手段は、上記第1の画素抽出手段で抽出された各色成分毎の複数の画素の空間アクティビティを上記特徴情報として、クラスを決定することを特徴とする請求の範囲第76項記載の学習装置。

78. 上記クラス決定手段は、上記各色成分毎の複数の画素に対してA D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理によって上記空間アクティビティを生成することを特徴とする請求の範囲第77項記載の学習装置。

79. 画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、

上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の画素の特徴情報に基づいて 1 つのクラスを決定するクラス決定ステップと、

上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第 2 の画素抽出ステップと、

上記第 1 及び第 2 の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴とする学習方法。

80. 上記クラス決定ステップでは、上記第 1 の画素抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素の空間アクティビティを上記特徴情報として、クラスを決定することを特徴とする請求の範囲第 79 項記載の学習方法。

81. 上記クラス決定ステップでは、上記各色成分毎の複数の画素に対して A D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理によって上記空間アクティビティを生成することを特徴とする請求の範囲第 80 項記載の学習方法。

82. クラスに応じた予測係数セットを生成するための学習処理を行うコンピュータ制御可能なプログラムが記録された記録媒体において、

上記プログラムは、

画素位置毎に一つの色成分を持つ生徒画像信号の注目画素の近傍の複数の画素を抽出する第1の画素抽出ステップと、

上記第1の画素抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素に基づいて各色成分毎の画素の特徴情報を生成し、上記各色成分毎の画素の特徴情報に基づいて1つのクラスを決定するクラス決定ステップと、

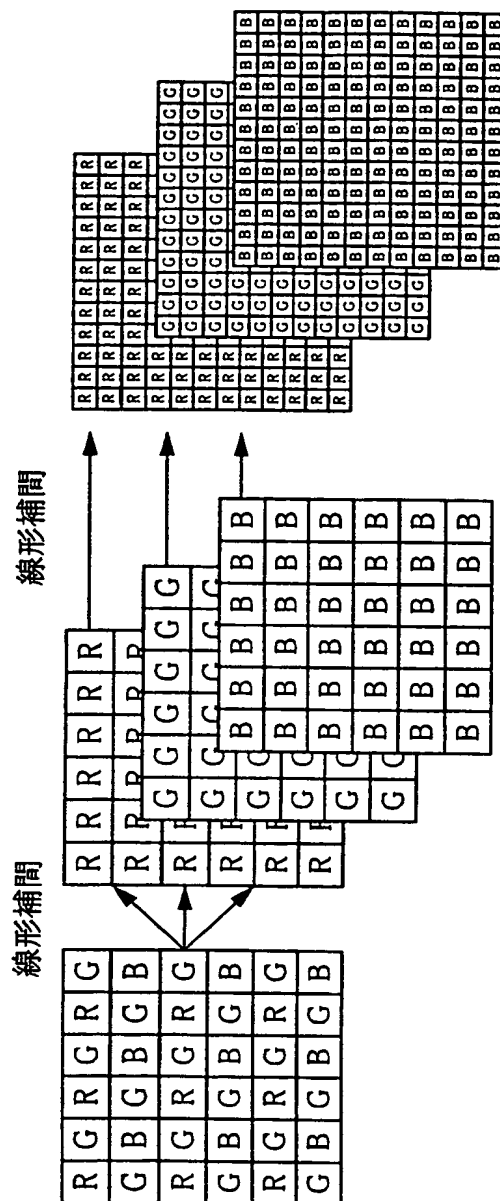
上記生徒画像信号と対応する画像信号であり、画素位置毎に複数の色成分を持つ教師画像信号から、上記生徒画像信号の注目画素の位置に相当する位置の近傍の複数の画素を抽出する第2の画素抽出ステップと、

上記第1及び第2の画素抽出ステップで抽出された複数の画素の画素値に基づいて、上記クラス毎に、上記生徒画像信号に相当する画像信号から上記教師画像信号に相当する画像信号を生成するための予測演算に用いる予測係数セットを生成する予測係数生成ステップとを有することを特徴とする記録媒体。

83. 上記クラス決定ステップでは、上記第1の画素抽出ステップで抽出された各色成分毎の複数の画素の空間アクティビティを上記特徴情報として、クラスを決定することを特徴とする請求の範囲第82項記載の記録媒体。

84. 上記クラス決定ステップでは、上記各色成分毎の複数の画素に対してA D R C (Adaptive Dynamic Range Coding) 処理によって上記空間アクティビティを生成することを特徴とする請求の範囲第83項記載の記録媒体。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**FIG. 1A**

**FIG. 1B**

**FIG. 1C**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

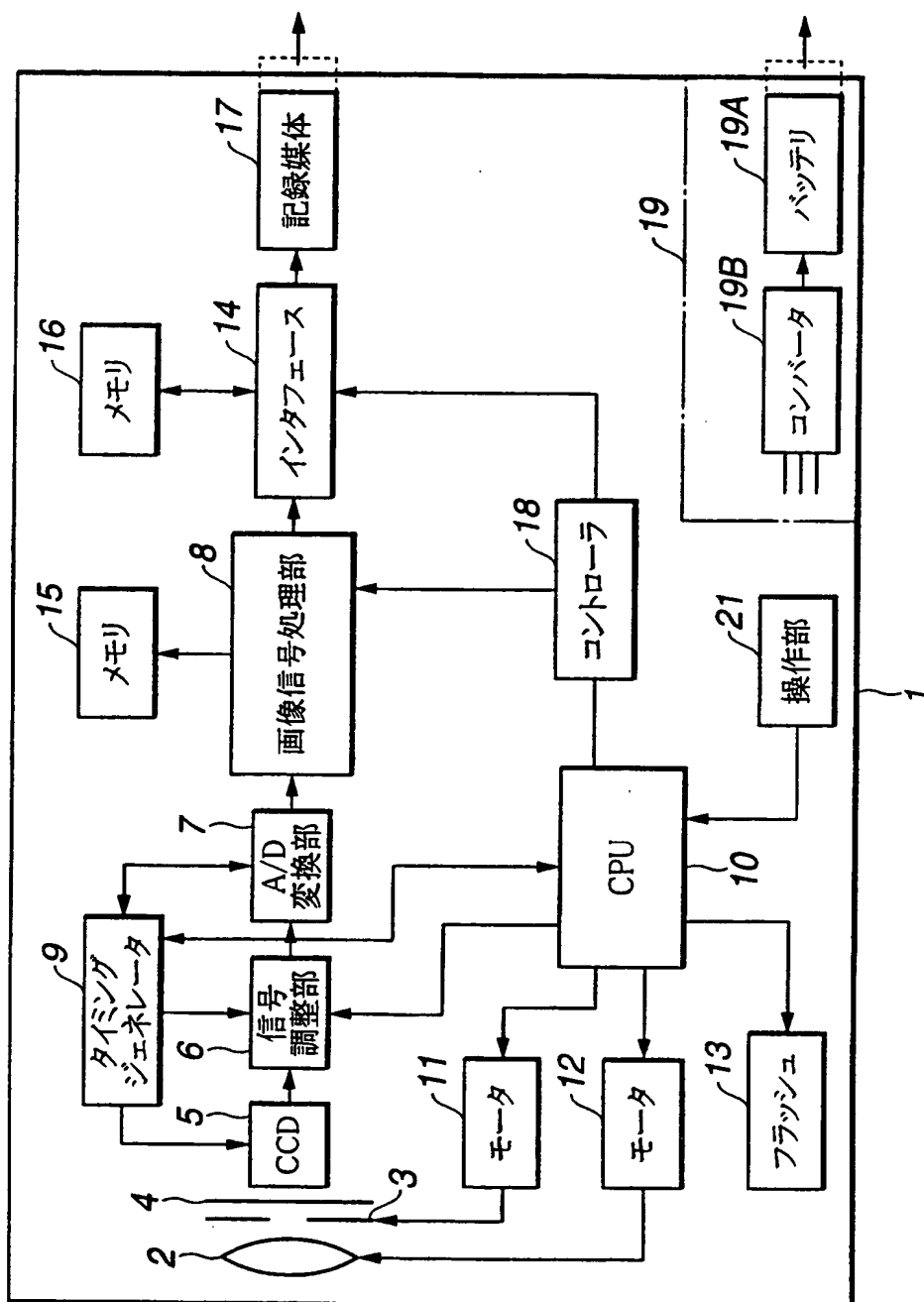


FIG. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3/31

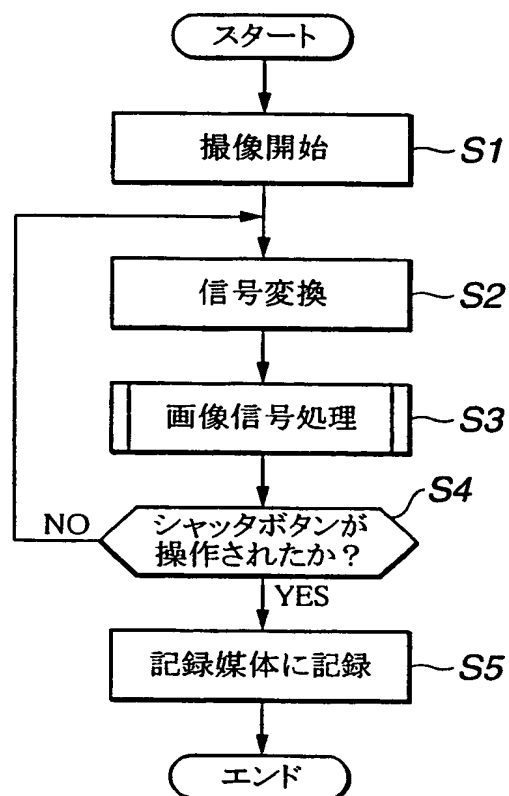


FIG.3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/31

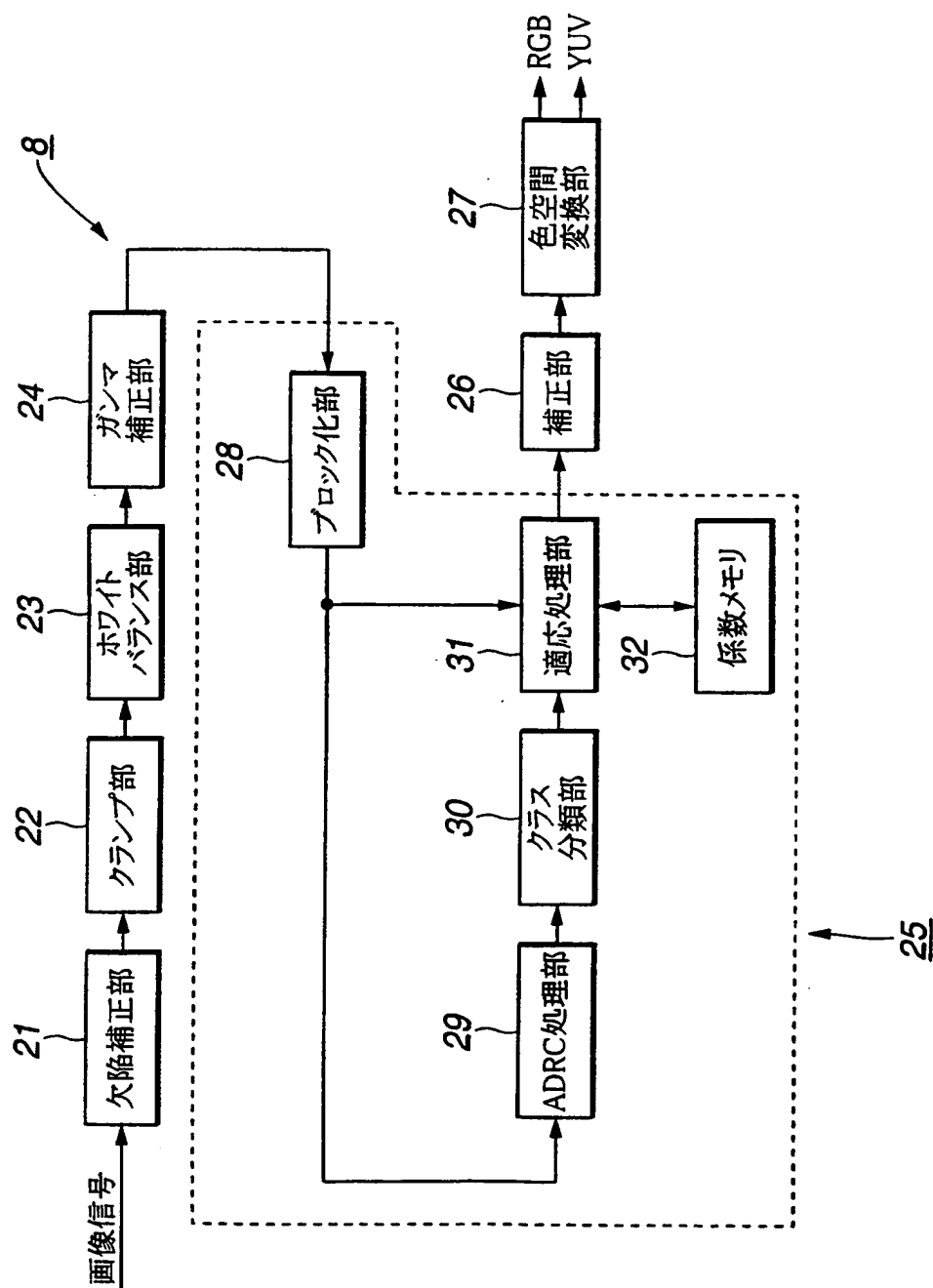


FIG.4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/31

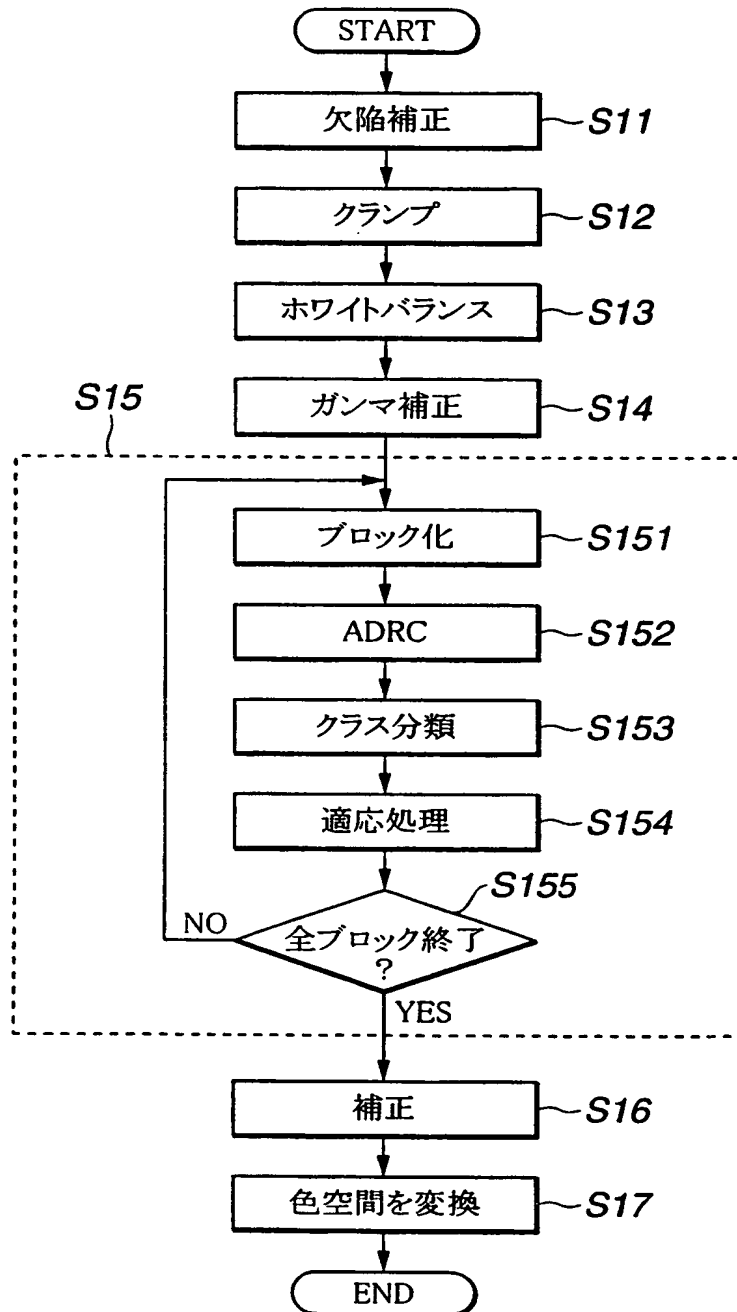


FIG.5

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

6/31

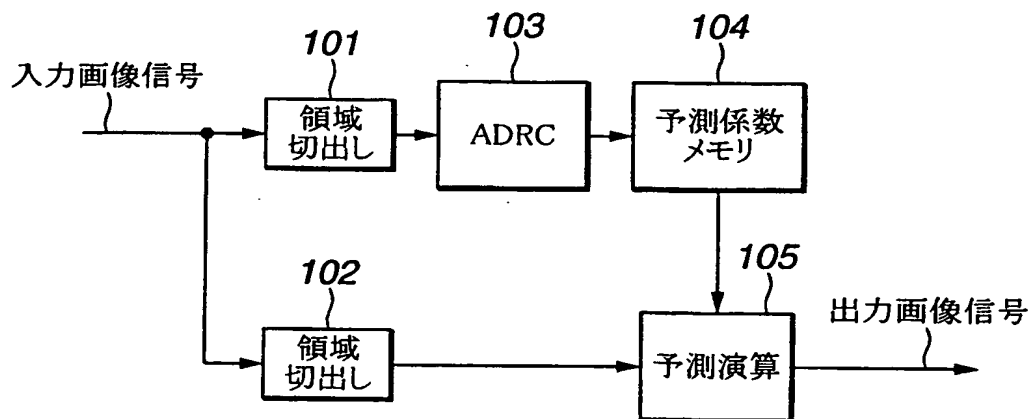


FIG. 6

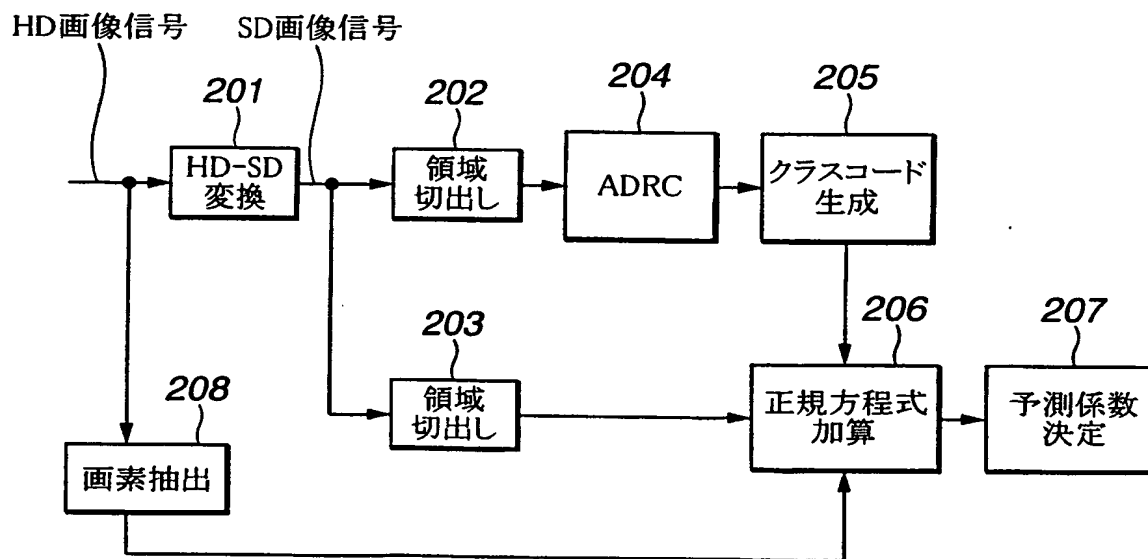


FIG. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

7/31

注目画素      予測タップ

G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G

FIG.8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

8/31

G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G

FIG.9A

適応処理

R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R

FIG.9B

G	G	G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G	G	G
G	G	G	G	G	G	G	G

FIG.9C

B	B	B	B	B	B	B	B
B	B	B	B	B	B	B	B
B	B	B	B	B	B	B	B
B	B	B	B	B	B	B	B
B	B	B	B	B	B	B	B
B	B	B	B	B	B	B	B

FIG.9D

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

9/31

G <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	G <sub>13</sub>
R <sub>21</sub>	G <sub>22</sub>	R <sub>23</sub>
G <sub>31</sub>	B <sub>32</sub>	G <sub>33</sub>

FIG.10A

G <sub>11</sub> : -0.18302658	B <sub>21</sub> : -0.00348441	G <sub>13</sub> : -0.18293385
R <sub>12</sub> : 0.49879314	G <sub>22</sub> : 0.73624461	R <sub>23</sub> : 0.50594424
G <sub>13</sub> : -0.18439429	B <sub>23</sub> : -0.00852019	G <sub>33</sub> : -0.19665975

FIG.10B

G <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	G <sub>13</sub>
B <sub>21</sub>	G <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>
G <sub>31</sub>	R <sub>32</sub>	G <sub>33</sub>

FIG.11A

G <sub>11</sub> : -0.18229898	R <sub>12</sub> : 0.60459112	G <sub>13</sub> : -0.20230164
B <sub>12</sub> : -0.00918055	G <sub>22</sub> : 0.76466298	B <sub>23</sub> : 0.01345021
G <sub>13</sub> : -0.19371885	R <sub>23</sub> : 0.50304269	G <sub>33</sub> : -0.19657899

FIG.11B

R <sub>11</sub>	G <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>
G <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	G <sub>23</sub>
R <sub>31</sub>	G <sub>32</sub>	R <sub>33</sub>

FIG.12A

R <sub>11</sub> : -0.18302658	G <sub>12</sub> : -0.00348441	R <sub>13</sub> : 0.24498040
G <sub>12</sub> : 0.49879314	B <sub>22</sub> : 0.73624461	G <sub>23</sub> : 0.03039153
R <sub>13</sub> : -0.18439429	G <sub>23</sub> : -0.00852019	R <sub>33</sub> : 0.25799207

FIG.12B

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

10/31

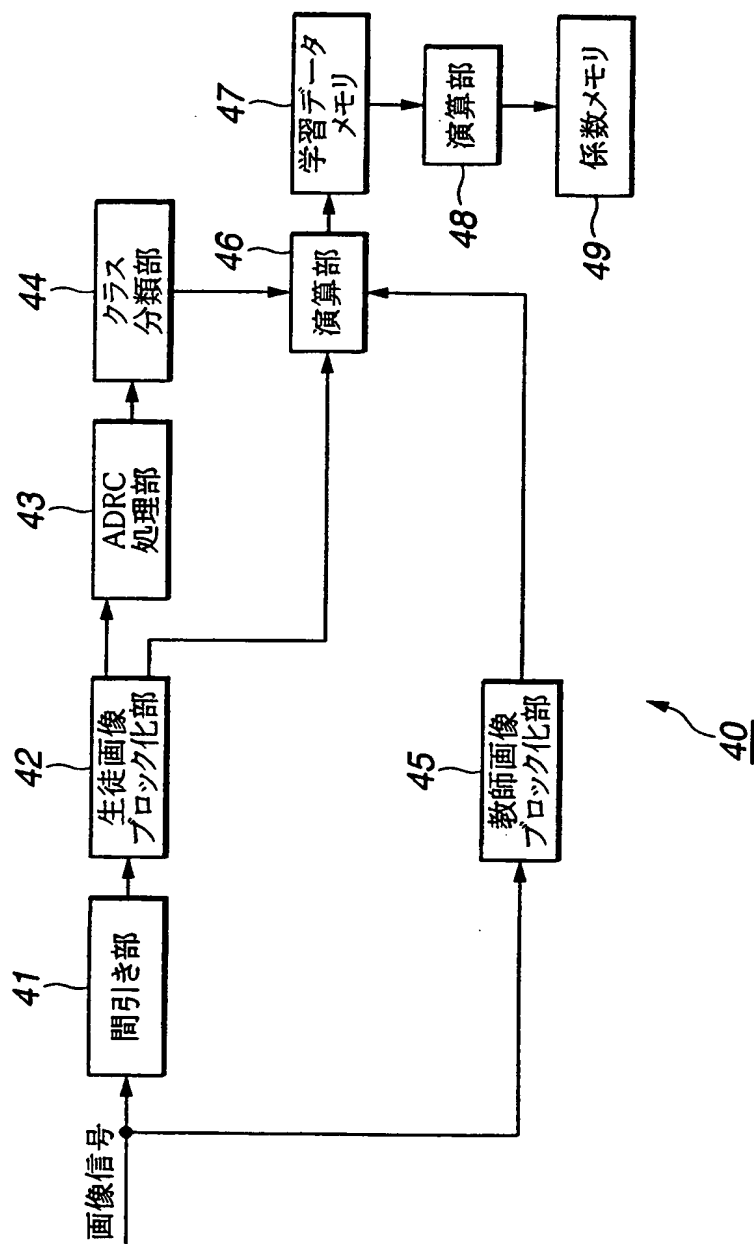


FIG.13

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

11/31

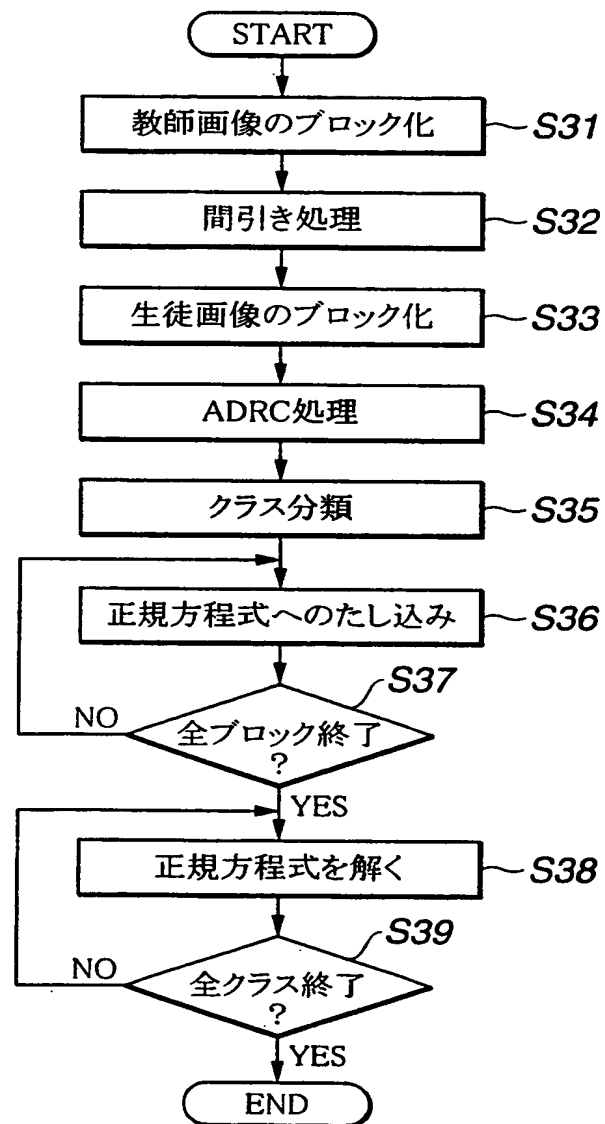


FIG.14

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

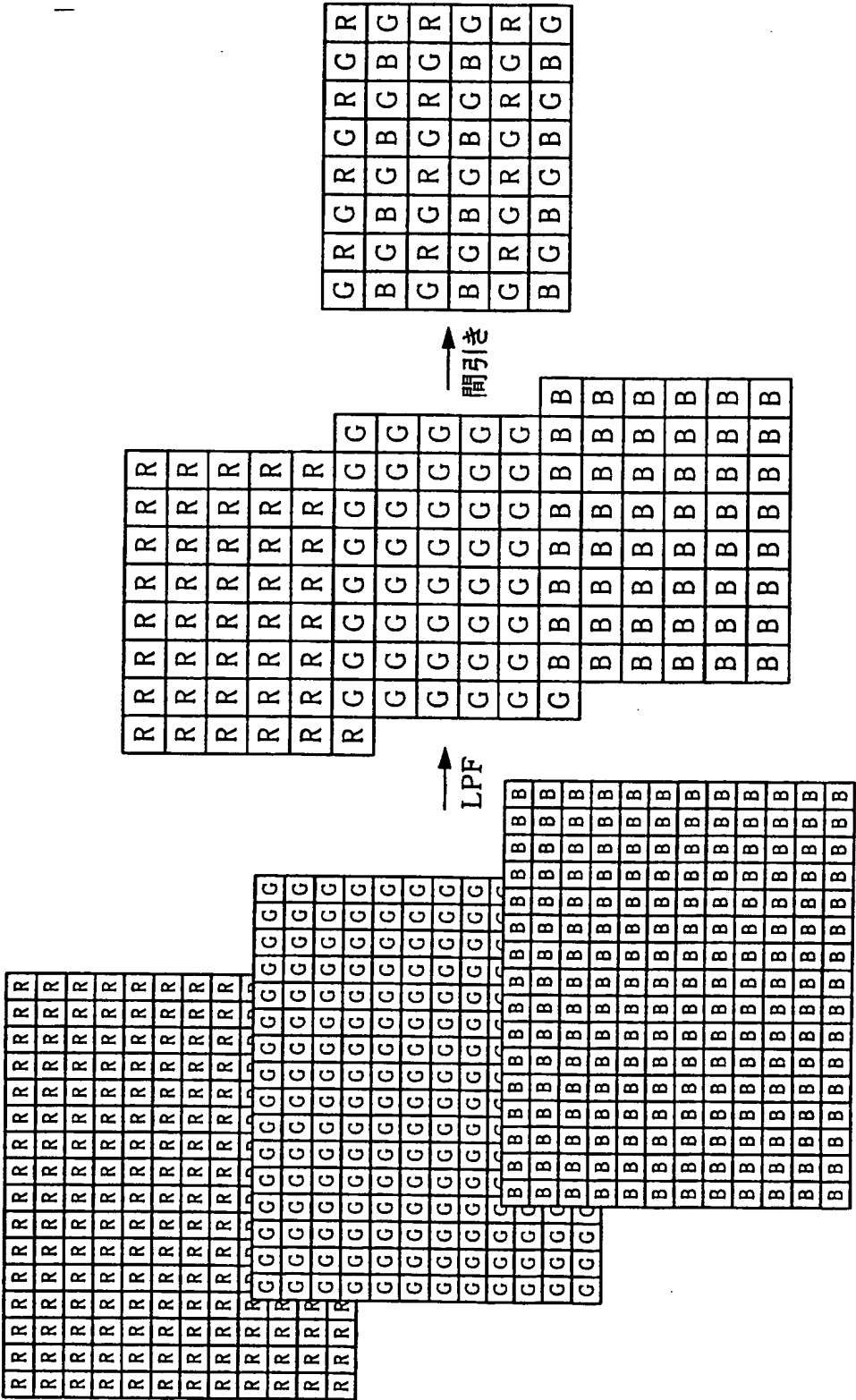


FIG.15A

FIG.15B

FIG.15C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

13/31

注目画素

G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	<del>G</del>	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G

FIG.16A

R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G
R	G	R	<del>G</del>	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G
R	G	R	G	R	G	R

FIG.16B

B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	<del>G</del>	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G

FIG.16C

**THIS PAGE BLANK (USP10)**

14/31

G	R	G	<del>R</del>	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G	R
B	G	B	<del>G</del>	B	G	B	G
G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	<del>R</del>	G	R	G	R

FIG.17A

B	G	B	<del>G</del>	B	G	B
G	R	<del>G</del>	R	<del>G</del>	R	G
B	<del>G</del>	B	<del>G</del>	B	<del>G</del>	B
G	R	<del>G</del>	R	<del>G</del>	R	G
B	G	B	<del>G</del>	B	G	B

FIG.17B

G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	<del>B</del>	G	<del>B</del>	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
<del>B</del>	G	<del>B</del>	<del>G</del>	<del>B</del>	G	<del>B</del>	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	<del>B</del>	G	<del>B</del>	G	B	G

FIG.17C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

15/31

G	R	G	R	G	(R)	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	(R)	G	(R)	G	(R)	G	R
B	G	B	G	(B)	G	B	G
G	R	G	(R)	G	(R)	G	(R)
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	(R)	G	R	G	R

FIG.18A

G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	(G)	B	G	B	G
G	R	G	R	(G)	R	(G)	R
B	G	B	(G)	(B)	(G)	B	G
G	R	(G)	R	(G)	R	G	R
B	G	B	G	B	(G)	B	G

FIG.18B

G	(B)	G	(B)	G	(B)	G
R	G	R	G	R	G	R
G	(B)	G	(B)	G	(B)	G
R	G	R	G	R	G	R
G	(B)	G	(B)	G	(B)	G

FIG.18C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

16/31

G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G
B	G	B	G	B	G	B
G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G
B	G	B	G	B	G	B
G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G	<del>R</del>	G

FIG.19A

G	R	<del>G</del>	R	G	R	G	R
B	G	B	<del>G</del>	B	<del>G</del>	B	G
G	R	<del>G</del>	<del>R</del>	<del>G</del>	R	G	R
B	<del>G</del>	B	<del>G</del>	B	G	B	G
G	R	G	R	<del>G</del>	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G

FIG.19B

B	G	B	G	<del>B</del>	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
<del>B</del>	G	<del>B</del>	G	<del>B</del>	G	B	G
G	R	G	<del>R</del>	G	R	G	R
B	G	<del>B</del>	G	<del>B</del>	G	<del>B</del>	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	<del>B</del>	G	B	G	B	G

FIG.19C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

17/31

G	R	G	R
B	G	B	G
G	R	G	R
B	G	B	G

G	R	G	B
R	G	B	G
G	R	G	B
R	G	B	G

G	R	G	R
G	B	G	B
G	R	G	R
G	B	G	B

G	R	G	B
G	B	G	R
G	R	G	B
G	B	G	R

**FIG.20A FIG.20B FIG.20C FIG.20D**

G	R	B	G
G	R	B	G
G	R	B	G
G	R	B	G

G	R	B	G
R	B	G	R
B	G	R	B
G	R	B	G

G	B	G	B
G	R	G	R
G	B	G	B
R	G	R	G

**FIG.20E FIG.20F FIG.20G**

M	G	M	G
C	Y	C	Y
M	G	M	G
Y	C	Y	C

YM	CG	YM	CG
YG	CM	YG	CM
YM	CG	YM	CG
YG	CM	YG	CM

W	C	G	Y
G	Y	W	C
W	C	G	Y
G	Y	W	C

W	G	W	G
C	Y	C	Y
W	G	W	G
C	Y	C	Y

**FIG.20H FIG.20I FIG.20J FIG.20K**

W	G	W	G
C	Y	C	Y
W	G	W	G
C	Y	C	Y

G	C	G	C
G	Y	G	Y
G	C	G	C
Y	G	Y	G

Y	G	C	Y
Y	G	C	Y
Y	G	C	Y
Y	G	C	Y

**FIG.20L FIG.20M FIG.20N**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

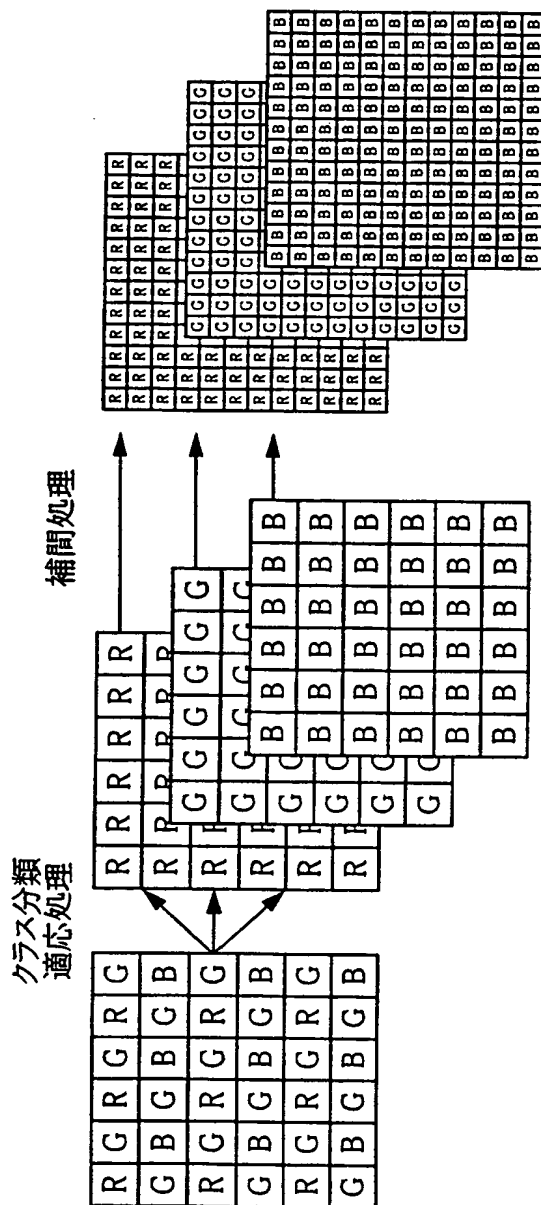


FIG.21A FIG.21B FIG.21C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19/31

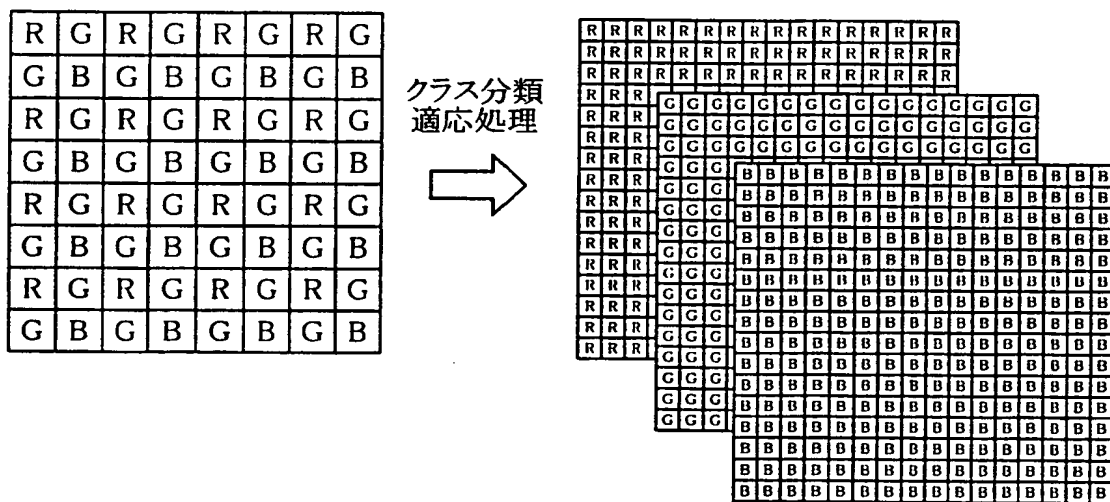


FIG.22A

FIG.22B

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

20/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.23

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.24

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

21/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.25

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.26

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

22/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.27

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.28

**THIS PAGE BLANK (USP10)**

23/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.29

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

24/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.32

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

25/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.33

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.34

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

26/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

**FIG.35**

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

**FIG.36**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

27/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.37

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

28/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

**FIG.38A**

B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R

**FIG.38B**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

29/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.39A

B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R

FIG.39B

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.40A

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.40B

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.40C

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

31/31

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	⊙	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.41A

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	B
R	G	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	G
G	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	B
R	G	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	G
G	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.41B

R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	B
R	G	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	G
G	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	B
R	G	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	G
G	B	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	B
R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B

FIG.41C

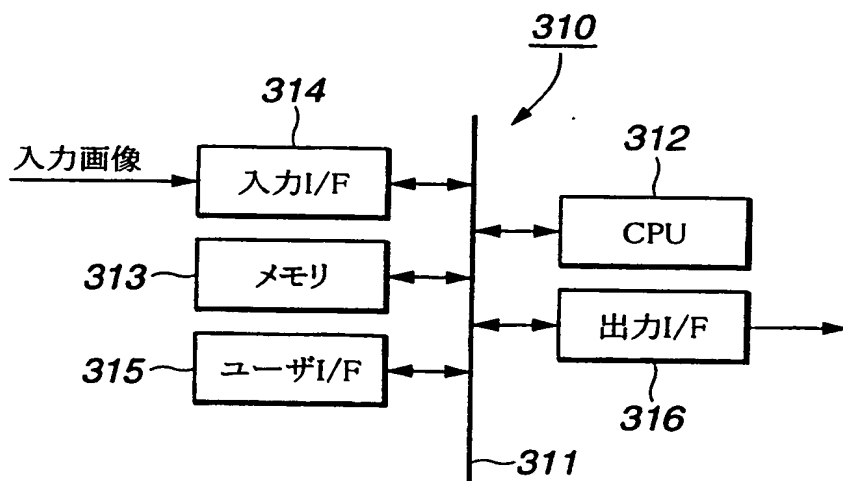


FIG.42

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00950

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.<sup>7</sup> H04N9/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.<sup>7</sup> H04N9/07

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO, 96/07275, A1 (SONY CORPORATION), 07 March, 1996 (07.03.96), Full text; Figs. 1 to 15 & EP, 000731616, A & CN, 001136381, A & US, 005748235, A1	1-84
A	US, 005552827, A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 05 September, 1995 (05.09.95), Full text; Figs. 1 to 15 & JP, 7-236147, A	1-84

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 May, 2000 (16.05.00)

Date of mailing of the international search report  
30.05.00

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04N9/07

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04N9/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO, 96/07275, A1 (SONY CORPORATION) 7. 3月. 1996 (07. 03. 96) 全文, 第1-15図 &EP, 000731616, A&CN, 001136381, A &US, 005748235, A1	1-84
A	US, 005552827, A (Sanyo Electric Co., Ltd.) 5. 9月. 1995 (05. 09. 95) 全文, 第1-15図 &JP, 7-236147, A	1-84

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 05. 00

国際調査報告の発送日

30.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 健一



5P

9373

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**